

Aus dem Institut für Klinische Strahlenkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Leitung: Professor Dr. med. M. Thelen

Die Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -Phosphatverbindungen.
Ein Vergleich szintigraphischer Ergebnisse mit rönt-
genologischen-, klinischen- und Laborbefunden.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

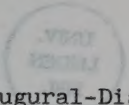
von

Hans - Josef Sehn
aus Simmern

Mainz 1979

Aus dem Institut für Klinische Strahlenkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Leitung: Professor Dr. med. M. Thelen

Die Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -Phosphatverbindungen.
Ein Vergleich szintigraphischer Ergebnisse mit rönt-
genologischen-, klinischen- und Laborbefunden.



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Hans - Josef Sehn

aus Simmern

Mainz 1979



Dekan: Professor Dr. H. Leithoff
1. Gutachter: Professor Dr. K. Hahn
2. Gutachter: Professor Dr. D. Eissner
Tag der mündlichen Prüfung: 28.11.1979

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSÜBERSICHT

1. Einleitung
 - 1.1. Prinzip der Skelettszintigraphie
 - 1.2. Knochenaffine Radiodiagnostika
2. Zielsetzung der Arbeit
3. Patientengut
4. Untersuchungstechnik
5. Befundauswertung
6. Ergebnisse
 - 6.1. Patienten mit Skelettmetastasen beziehungsweise Verdacht auf Skelettmetastasen
 - 6.2. Patienten mit Erkrankung der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems.
 - 6.3. Patienten mit benignen und malignen Knochentumoren
7. Verlaufsbeobachtung: Casuistik
8. Diskussion der eigenen Ergebnisse im Vergleich zur Literatur
 - 8.1. Patienten mit Skelettmetastasen
 - 8.2. Patienten mit Systemerkrankungen
 - 8.3. Patienten mit Knochentumoren
 - 8.3.1. benigne Knochentumoren
 - 8.3.2. maligne Knochentumoren
9. Zusammenfassung
10. Literatur

1. EINLEITUNG:

1.1. Prinzip der Skelettszintigraphie:

Die erste nuklearmedizinische Untersuchung des Knochens wurde 1959 von BAUER und WENDEBERG mit ^{47}Ca und ^{85}Sr (5) durchgeführt. Seitdem hat die Skelettszintigraphie für die Diagnostik ossärer Erkrankungen zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Das Prinzip der Skelettszintigraphie besteht in der intravenösen Applikation eines "Knochen-Suchers", einer radioaktiv markierten Substanz mit besonderer Knochenaffinität. Die intraossäre Verteilung kann über die Registrierung der Gammastrahlen-Emission des injizierten knochenaffinen Radionuklids mit Hilfe eines Scanners oder einer Szintillationskamera bildlich dokumentiert werden. Mit einer vermehrten Radioaktivitätsanreicherung ist an den Stellen zu rechnen, an denen ein vermehrter Knochenumbau stattfindet. Da die Erhöhung des Knochenstoffwechsels ein unspezifischer Vorgang ist, der sowohl bei benignen als auch malignen Skelettläsionen vorkommt, erlaubt die Skelettszintigraphie nur selten eine sichere Artdiagnose. (8, 9, 23, 33, 39)

1.2. Knochenaffine Radiodiagnostika:

Es sind eine Vielzahl von knochenaffinen Radionukliden bekannt, von denen besonders ^{85}Sr , $^{87\text{m}}\text{Sr}$ und ^{18}F zur Knochenszintigraphie verwandt wurden. Seit der Einführung einer mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierten anorganischen Phosphorverbindung 1971 durch SUBRAMANIAN und McAFEE (56) erlangten mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierte Phosphorverbindungen in den letzten Jahren zunehmend klinische Bedeutung. Die physikalischen Eigenschaften der wichtigsten knochenaffinen Radiopharmaka sind in Tabelle I wiedergegeben.

Tabelle IPhysikalische Eigenschaften der klinisch
wichtigsten Knochenaffinen Radionuklide

Nuklid	^{85}Sr	$^{87\text{m}}\text{Sr}$	18-F	$^{99\text{m}}\text{Tc-PP}$
Halbwertszeit (h)	65 d	2,8 h	1,8 h	6 h
-Strahlung(keV)	513	388	511	140
Empfohlene	0,05-0,2	1-5	2-10	10-20
Aktivitätsmenge(mCi)				
Strahlendosis(mrad)	1500-	100-	200-	450-
Knochen	10.000	3.000	3.000	900
Gesamtkörper	250-	7-	50-	110-
	4000	3000	500	120

Strontium 85:

1958 beschrieb BAUER erstmals das metabolische Verhalten von ^{85}Sr beim Menschen und berichtete 1959 über eine Anreicherung von ^{85}Sr in verschiedenen Skelettläsionen. (4,5)

Die Nachteile dieses Gammastrahlers ohne Beta-Komponente liegen in der langen physikalischen und biologischen Halbwertszeit. Hierdurch wird die Aktivitätsmenge, die appliziert werden kann, limitiert und führt trotzdem zu einer hohen Strahlenbelastung. Die hohe Gammaenergie des Radionuklids führt bei Verwendung der Gammakamera und speziellen high-energy Kollimatoren zu einer schlechten Auflösung. Nach Applikation von 100 Ci ^{85}Sr sind die Zählraten so gering, daß sich eine entsprechend lange Untersuchungszeit ergibt.

Strontium 87m:

MEYERS (45) wendete 1960 erstmals $^{87\text{m}}\text{Sr}$ zur Knochenszintigraphie an. Er wies eine vermehrte Aktivitätsanreicherung dieses Radionuklids in malignen Knochentumoren bei Kindern nach. Die klinische Verwendbarkeit von $^{87\text{m}}\text{Sr}$ ist seit 1964 intensiv von CHARKES et al. (18) untersucht worden.

Im Vergleich zu ^{85}Sr ist die Strahlenbelastung bei $^{87\text{m}}\text{Sr}$ deutlich geringer. Infolge der niedrigen Energie seiner Gammaquanten ist $^{87\text{m}}\text{Sr}$ leichter kollimierbar als ^{85}Sr . Da die Halbwertszeit kurz ist, muß die Szintigraphie jedoch zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden, an dem die Untergrundaktivität noch hoch ist. (21) Dadurch leidet die Auflösung und damit die Bildqualität. Als ein weiterer Nachteil sind die hohen Kosten der Lagerhaltung anzusehen.

Fluor-18:

1962 berichteten BLAU et al. (11) über den Einsatz von 18-F zur Knochenszintigraphie. In klinischen Studien wiesen sie nach, daß sich normale Knochenstrukturen von Skelettläsionen nach Applikation von 18-F gut abgrenzen ließen. Nach oraler und parenteraler Verabreichung erfolgt eine rasche Einlagerung in das Skelett. (24)

Bei 18-F handelt es sich um ein Radionuklid, dessen Weichteilanreicherung im Vergleich zu den Strontiumverbindungen niedriger ist und dessen Konzentrationsabfall im Blut rascher erfolgt. (1,12,32) Da die physikalische Halbwertszeit kurz ist, kann 18-F nur in der unmittelbaren Umgebung von Kliniken benutzt werden, die über ein Cyclotron oder einen Reaktor verfügen. Die hohen Kosten und die hohe Gammaenergie von 18-F schränken den Gebrauch dieses Radioisotops weiter ein.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sn-Phosphorverbindungen:

Da es seit vielen Jahren bekannt ist, daß sich Phosphorverbindungen im Knochen anreichern (26,40), versuchte man, Phosphorverbindungen mit $^{99\text{m}}\text{Technetium}$ zu markieren. Bei $^{99\text{m}}\text{Technetium}$ handelt es sich um ein Isotop, das als Tochterprodukt des ^{99}Mo leicht in einem Generatorsystem herstellbar ist. Die kurze physikalische Halbwertszeit und die fehlende Betastrahlung erlauben es, relativ große Aktivitätsmengen sicher zu applizieren, da die Strahlenbelastung gering ist. Auf Grund seiner Gammaenergie von 140 keV können Szintigraphien sowohl mit der Gammakamera als auch mit dem Scanner durchgeführt werden.

SUBRAMANIAN et al. (56) berichteten 1971 erstmals über ein mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markiertes Tripolyphosphat. Diese Verbindung ließ eine gute Anreiche-

rung im Knochen erkennen. Zur Herstellung dieser in vivo stabilen Verbindung war die Zugabe von SnCl_2 notwendig. Wegen der hohen Radioaktivität im Blut und der damit verbundenen hohen Untergrundaktivität wurde von MURRAY et al. (47) eine hitzesterilisierte Technetium-Tripolyphosphatverbindung entwickelt, die eine geringe Verbesserung hinsichtlich der Blutclearance brachte. Gute Ergebnisse konnten schließlich mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierten Polyphosphatverbindungen eines höheren Molekulargewichtes (siehe Strukturformel) und mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierten Pyrophosphatverbindungen (siehe Strukturformel) erzielt werden. (57, 49)

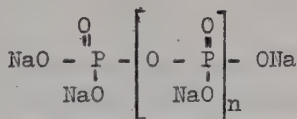
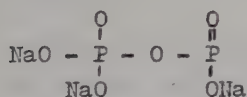
SUBRAMANIAN und Mitarbeiter (57) untersuchten die biokinetischen Daten von mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierten Polyphosphatverbindungen bei Kaninchen. 3 Stunden nach intravenöser Injektion wurden durchschnittlich 53 % der injizierten Aktivität im Skelett nachgewiesen. Die Ausscheidung der Substanz im Urin bis 3 Stunden p.i. betrug annähernd 42 % der injizierten Aktivität. Der Radioaktivitätsgehalt des Blutes betrug 3 Stunden p.i. 3,55 % und 24 Stunden p.i. 1,73 %. Durch Tierstudien an Hunden und Mäusen konnte auch gezeigt werden, daß die Mengen an Polyphosphat und Zinn, die klinisch Anwendung finden, pharmakologisch unwirksam sind. (57)

Neben den anorganischen Phosphorverbindungen wurden zwischenzeitlich auch organische Verbindungen, wie das mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierte Diphosphonat (siehe Strukturformel) und das mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierte Methylendiphosphonat (siehe Strukturformel), eingeführt. (65, 59) Zahlreiche Tier- (16,58,66) und klinische Studien (54,63,48) belegen die klinische Brauchbarkeit der Diphosphonate als knochenaffine Radiopharmaka. Da die organischen Phosphorverbindungen über eine hydrolytisch beständige P-C-P Bindung verfügen, (30,52,60,65) bleiben sie in vivo länger stabil als die Poly- oder Pyrophosphate, deren P-O-P Bindung in vivo durch Phosphatasen zerstört wird. (27,28,30,52)

CASTRONOVO (16) konnte an Mäusen, denen $^{99\text{m}}\text{Tc-Sn-EHDP}$ (Ethan-1-Hydroxy-1,1-Diphosphonat) injiziert wurde, zeigen, daß die Anreicherung der Radioaktivität im Skelett 55,3 % und die Ausscheidung der Substanz im Urin bis 3 Stunden p.i. 40 % der injizierten Aktivität betrug. Der Radioaktivitätsgehalt im Blut betrug 1 % der Dosis 3 Stunden p.i.

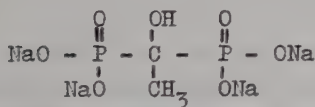
Der Anreicherungsmechanismus der ^{99m}Tc -Phosphat Komplexe im Skelett ist noch nicht vollkommen geklärt. Die regionale Durchblutung scheint hierbei eine wichtige Rolle zu spielen. Eine gesteigerte Durchblutung führt zu einer verstärkten Anreicherung des Radiopharmakons. (50,58) Als weitere Komponenten kommen wahrscheinlich Adsorptionsvorgänge an der Oberfläche der Hydroxy-Apatit Kristalle hinzu. (16,29,30,52) Jeder Prozeß, der zu einer Vergrößerung der Kristalloberfläche führt, wird somit eine vermehrte Anreicherung des Nuclids zur Folge haben. Schließlich wurde nachgewiesen, daß sich trägerfreies Zinn zu 30 % der applizierten Dosis im Knochen anreichert und damit dem Metall im Phosphatkomplex eine wesentliche Rolle für die Skeletteinlagerung zukommen dürfte. (57)

Strukturformeln der wichtigsten mit ^{99m}Tc markierten Phosphorverbindungen:



Pyrophosphat

Polyphosphate



Ethan-1-Hydroxy-1,1-Diphosphonat

Methylen Diphosphonat

2. Zielsetzung der Arbeit:

Eine Hauptindikation der Skelettszintigraphie stellt der Nachweis oder Ausschluß primärer Knochentumoren und Knochenmetastasen dar. (6,22) Da die routinemäßig zur Diagnostik ossärer Erkrankungen eingesetzten röntgenologischen Verfahren erst relativ spät pathologische Knochenumbauvorgänge erkennen lassen und biochemische Untersuchungen meist erst im Generalisationsstadium pathologisch ausfallen, vermag die Skelettszintigraphie diese Untersuchungsmethoden sinnvoll zu ergänzen. (6,8,9,22,23,33,39) Verschiedene experimentelle Studien zeigen, daß die kleinste Läsion im Wirbelkörper einen Durchmesser von 1-1,5 cm haben muß, um röntgenologisch entdeckt zu werden und Skelettläsionen erst nach einem Kalksalzverlust von 30-50 % röntgenologisch sichtbar werden. (2,13) Die Skelettszintigraphie dagegen erlaubt den Nachweis von Knochenbezirken mit einem erhöhten osteogenen Umbau, bevor diese Knochenumbauvorgänge zu röntgenologisch faßbaren Veränderungen der Knochenstruktur geführt haben. (20)

Mit den $^{99m}\text{Tc-Sn-P}$ Verbindungen stehen knochenaffine Radiopharmaka mit günstigen physikalischen Eigenschaften und leichter Herstellbarkeit zur Verfügung. Dies hat zu einer erheblichen Zunahme der Skelettszintigraphien in allen nuklearmedizinischen Abteilungen geführt.

Es liegen in der Literatur zahlreiche Untersuchungen vor, die die Ergebnisse der Skelettszintigraphie mit denen der Röntgendiagnostik, der klinischen Skelettsymptomatik und den Laborparametern, vor allem der alkalischen Phosphatase, vergleichen. Diese Vergleiche bezogen sich jedoch meist auf die Anwendung von ^{85}Sr , ^{87m}Sr und $^{18}\text{-F}$. Die vergleichenden Untersuchungen mit den seit Mitte 1972 zur Verfügung stehenden $^{99m}\text{Tc-Sn-P}$ Verbindungen weisen bisher nur relativ kleine Fallzahlen auf.

Eigene Untersuchungen an einem größeren Patientengut der Universitätsklinik Mainz sollten daher Aussagen über den klinischen Wert der Knochenszintigraphie mit $^{99m}\text{Tc-Sn-P}$ Verbindungen ermöglichen. Dazu

wurden die Knochenszintigraphien von 490 Patienten mit Verdacht auf Skelettmetastasen, 84 Patienten mit Erkrankungen der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems und 38 Patienten mit benignen und malignen Knochentumoren herangezogen und deren Ergebnisse den röntgenologischen Befunden, der klinischen Skelettsymptomatik und den Werten der alkalischen Phosphatase gegenübergestellt.

3. Patientengut:

In der hier vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse der Skelettszintigraphie von 490 Patienten der Universitätsklinik Mainz mit Skelettmetastasen, beziehungsweise Verdacht auf Skelettmetastasen, von 84 Patienten mit einer Erkrankung der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems und von 38 Patienten mit benignen oder malignen Knochentumoren ausgewertet. Es wurden hierbei nur die Ergebnisse der Skelettszintigraphien aus dem Zeitraum von Januar 1973 bis März 1976 berücksichtigt.

Bei den 490 Patienten mit Verdacht auf Skelettmetastasen (Tab. II) handelte es sich sowohl um Patienten, bei denen ein Primärtumor histologisch gesichert wurde, als auch um Patienten, bei denen der Verdacht auf eine Tumorkonstellation geäußert wurde. Die klinische Fragestellung bei diesen 490 Knochenszintigraphien war, ob eine Skelettaffektion im Rahmen der Grundkrankheit vorliegen könnte. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 58 Jahre.

Bei den 84 Patienten mit einer Erkrankung von Granulopoese und lymphoreticulärem System (Tab. III) handelte es sich sowohl um Erwachsene als auch Kinder. Das Durchschnittsalter der Erwachsenen betrug 52 Jahre, das Durchschnittsalter der Kinder 8 Jahre. In der hier vorliegenden Untersuchung wurden sowohl solche Patienten berücksichtigt, bei denen eine Erkrankung der Granulopoese beziehungsweise des lymphoreticulären Systems laborchemisch oder histologisch gesichert war, als auch solche, bei denen klinisch der Verdacht auf eine Systemerkrankung bestand. Die bei diesen Patienten veranlaßte Skelettszintigraphie sollte die Frage klären helfen, ob eine Skelettbeteiligung im Rahmen der Grundkrankheit vorliegen könnte.

Unter 38 Patienten mit primären Knochentumoren (Tab. IV) fanden sich sowohl Erwachsene als auch Kinder. Das Durchschnittsalter der Erwachsenen betrug 38 Jahre, das der Kinder 12 Jahre. In der hier vorliegenden Arbeit wurden nur solche Patienten berücksichtigt, bei denen ein benigner beziehungsweise maligner Knochentumor histologisch und/oder röntgenologisch gesichert wurde.

4. Untersuchungstechnik:

Die Ganzkörper-Knochenszintigraphien wurden 3 bis 5 Stunden nach i.v. Injektion der Technetium-Phosphatverbindungen durchgeführt. Verwendet wurden für die Ganzkörper-Aufnahmen entweder ein Ganzkörperscanner (Magna-Scanner 1000 der Fa. Picker) oder ein Kamerasystem (Scani-Kamera der Firma CGR). Nach Anfertigung von Übersichtsaufnahmen wurden bei auffälligen Bezirken zusätzliche Ausschnittsaufnahmen mit Hilfe einer Gamma-Kamera (Dyna-Camera 3 oder Dyna-Kamera 4/15) angefertigt. Die Aufnahmen wurden entweder mit einer Zeitvorwahl von 200 Sekunden pro Bild oder mit einer Flächenimpulsdichte von 2000 Impulsen pro cm^2 und angeschlossener Belichtungsautomatik aufgenommen. Bei unklaren Befunden wurde gelegentlich eine digitale Auswertung mit Hilfe der an die Gamma-Kameras angeschlossenen Datenverarbeitungssysteme (Fa. DEC-Nukab und Fa. Krupp Atlas) vorgenommen.

5. Befundauswertung:

Die szintigraphischen Befunde wurden verglichen mit den Ergebnissen von Röntgenaufnahmen, den Werten der alkalischen Phosphatase und der klinischen Symptomatik, insbesondere der Skelettsymptomatik. Bei den Röntgenaufnahmen wurden nur solche bewertet, die in einem Zeitraum 1 Monat vor beziehungsweise 1 Monat nach der szintigraphischen Untersuchung angefertigt worden waren. Ebenso wurden bei der alkalischen Phosphatase nur Werte beurteilt, die innerhalb dieses Zeitraums bestimmt wurden, während bei der klinischen Symptomatik alle anamnestisch erhobenen Skelettbeschwerden bewertet wurden. Die Auswertung der szintigraphischen Befunde erfolgte unabhängig voneinander durch mindestens 2 Untersucher.

6. Ergebnisse:

6.1. Patienten mit Skelettmetastasen bzw. Verdacht auf Skelettmetastasen:

Tabelle II

Tumorart bei Patienten mit Skelettmetastasen bzw. Verdacht auf Skelettmetastasen

<u>Tumorart</u>	<u>n Patienten</u>
Prostata Ca	140
Mamma Ca	114
Unbekannter Primärtumor	54
Weibliches Genital Ca	50
Bronchial Ca	46
Colon- und Rectum Ca	16
Hypernephrom	13
Malignes Melanom	12
Schilddrüsen Ca	10
Epipharynx Ca	7
Magen Ca	6
Neuroblastom	5
Pankreas Ca	4
Ösophagus Ca	3
Basaliom	3
Plattenepithel Ca der Haut	2
Larynx Ca	2
Seminom	2
Leber Ca	1
	<u>-----</u>
	Tot. 490

Prostata Ca:

Von 140 bei Patienten mit Prostata Ca durchgeführten Knochenszintigraphien konnten nur 106 bewertet werden, da bei 34 Patienten zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung kein Röntgenbefund vorlag. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 62 Jahre. Der jüngste Patient war 48, der älteste Patient war 83 Jahre alt.

a) negative Scans:

Von 106 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan in 28 Fällen keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. In 21 Fällen zeigte auch das korrespondierende Röntgenbild keinen metastatischen Befall. Bei 12 dieser 21 Patienten war die alkalische Phosphatase nicht erhöht und die Skelettsymptomatik unauffällig. In 1 Fall klagte der Patient über Skelettschmerzen, die alkalische Phosphatase war hier normal. In 8 Fällen wurde die alkalische Phosphatase nicht bestimmt und das klinische Bild war unauffällig. Bei 7 Patienten mit szintigraphisch negativem Befund zeigten Röntgenaufnahmen des Skeletts osteolytische und/oder osteoblastische Skelettmetastasen. (Abb. 1) Von diesen 7 Patienten war bei 2 Patienten die alkalische Phosphatase erhöht und die Skelettsymptomatik auffällig. In 4 Fällen war sowohl die alkalische Phosphatase als auch die klinische Symptomatik ohne Befund.



Abb. 1

Abb. 1 I.v. Urogramm eines 57-jährigen Prostata-Ca Patienten mit multiplen osteoblastischen Skelettmetastasen im gesamten Becken und in der LWS bei szintigraphisch unauffälligem Befund.

b) positive Scans:

Bei 20 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund ergab sich röntgenologisch in 4 Fällen der Verdacht auf Metastasen, in 16 Fällen konnten ossäre Metastasen nachgewiesen werden. (Abb. 2 und 3) Davon zeigten 17 Patienten eine erhöhte alkalische Phosphatase, wobei in 9 Fällen zusätzlich eine Skelettsymptomatik bestand. 2 Patienten zeigten lediglich auffällige Skelettsymptome, während in einem Fall sowohl alkalische Phosphatase als auch das klinische Bild negativ waren.

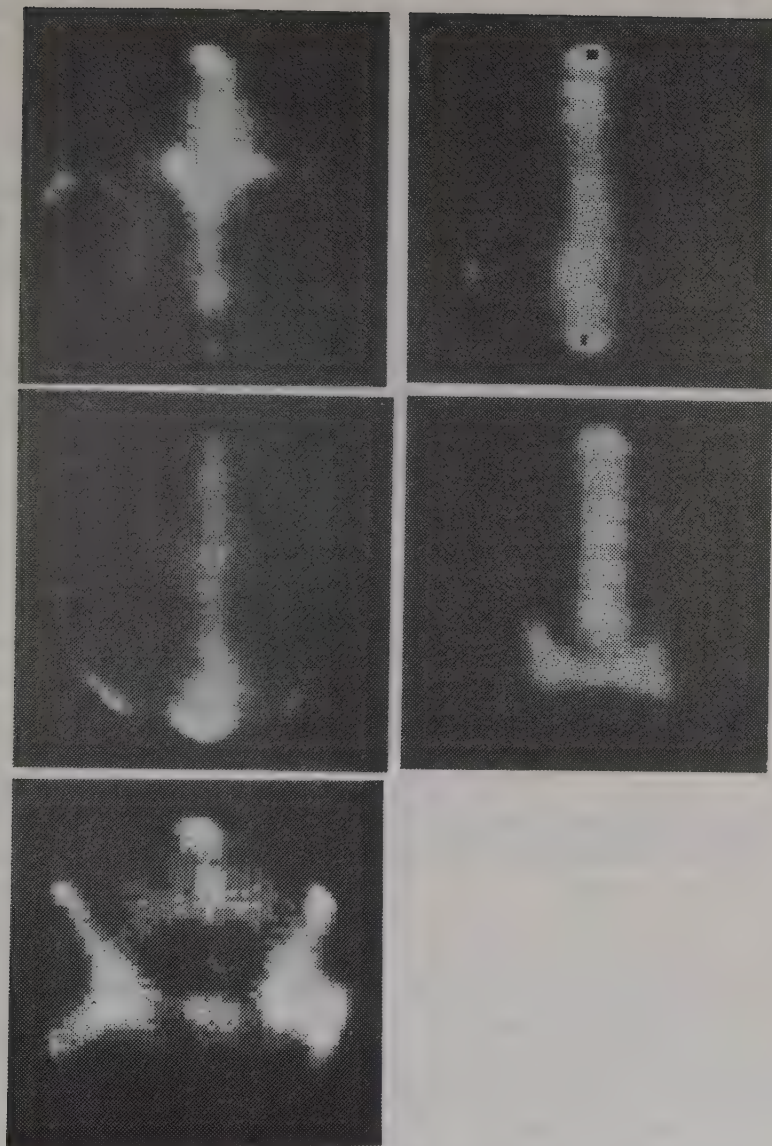


Abb. 2 Szintigraphische Ausschnittsaufnahmen **verschiedener** Skelettregionen mit pathologisch vermehrtem Knochenumbau eines 69-jährigen Prostata-Ca Patienten.

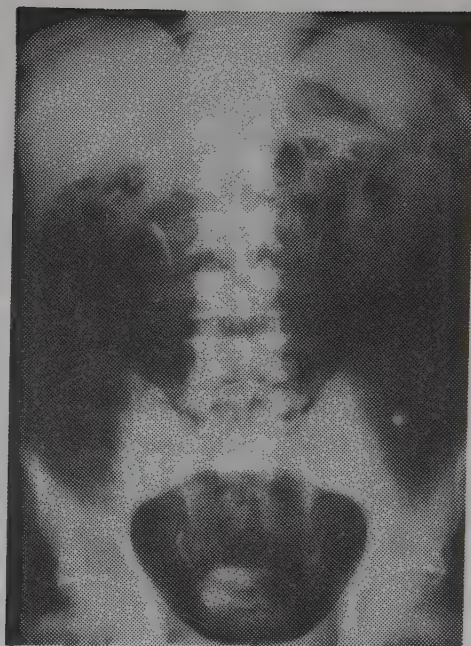


Abb. 3 I.v. Urogramm dieses Patienten mit multiplen osteoblastischen Metastasen im Bereich des gesamten Beckens und der LWS.

Tabelle III stellt die nuklearmedizinischen Ergebnisse der einzelnen untersuchten Skelettregionen den Röntgenbefunden gegenüber. Hierbei wurden sowohl Patienten berücksichtigt, bei denen die nuklearmedizinische Untersuchung negativ war, als auch solche, bei denen der szintigraphische Befund positiv war und röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, beziehungsweise der Verdacht auf eine Metastasierung ausgesprochen wurde.

Tabelle III

Szintigraphische und röntgenologische Befunde von
116 untersuchten Skelettregionen bei 48 Patienten

Sk.-Regionen	Scan +		Scan -		Gesamt- zahl
	Rö. +	Rö. -	Rö. -	Rö. +	
Schädel	8	1	2		11
Kn.Thorax	2	1	13	5	21
HWS	8	1			9
BWS	9	2	12	3	26
LWS	15	2	12	3	32
Becken	1		10	4	15
O'Extremität		1			1
U'Extremität		1			1
	43(83%)	9(17%)	49(77%)	15(23%)	116

Bei 58 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen in 46 Fällen degenerative Veränderungen. Bei 12 von 58 Patienten war das Röntgenbild in Skelettregionen mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung unauffällig. Von diesen 58 Patienten hatten 30 Patienten weder laborchemische, noch klinische Veränderungen. Bei 4 Patienten waren beide Kriterien auffällig und bei 6 Patienten war lediglich die alkalische Phosphatase erhöht. 5 Patienten hatten Skelettschmerzen bei unauffälligem Labor. In 13 Fällen wurde die alkalische Phosphatase nicht bestimmt.

c) Zusammenfassung:

Tabelle IV

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen
Befunde von 106 Prostata Ca Patienten

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstim- mung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	66	12	78
Nukl. Unters. -	<u>21</u>	<u>7</u>	<u>28</u>
Total	87(82%)	19(18%)	106

Mamma Ca:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 114; Bewertbar: 87; Durchschnitts-
 alter: 58 Jahre; jüngste Patientin: 26 Jahre; älteste Patientin: 83
 Jahre

a) negative Scans:

Von 87 szintigraphisch untersuchten Patientinnen zeigte der Scan in
 4 Fällen keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung.

Fall I: 66-jährige Patientin; Zustand nach Mammaradikal-Operation
 und typischer Nachbestrahlung. Die Skelettszintigraphie zeigte keine
 pathologische Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen der BWS und
 der LWS ergaben eine fragliche Skelettmetastasierung des 12 BWK und
 eine sichere ossäre Metastasierung des 1 LWK und des 2 LWK. Dieser
 Befund wurde durch Schichtaufnahmen des dorsolumbalen Übergangs be-
 stätigt. Klinisch war die mittlere BWS und der BWS/LWS Übergang klopf-
 schmerzhaft. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm.

Fall II: 53-jährige Patientin; Zustand nach Mammaradikal-Operation,
 typischer Nachbestrahlung und androgener Hormontherapie. Die Skelett-
 szintigraphie zeigte keine vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgen-
 aufnahmen des Schädels, der WS und des Beckens zeigten degenerative

Veränderungen der gesamten WS, eine Sklerosierung der rechten Ileosacralfuge und einen hochgradigen Verdacht auf eine Metastase des 4 BWK. Dieser Verdacht wurde durch Schichtaufnahmen bestätigt. Klinisch zeigte die Patientin keine auffällige Skelettsymptomatik. Die alkalische Phosphatase wurde zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung nicht bestimmt.

Bei 2 dieser 4 Patientinnen zeigten Röntgenaufnahmen des Skeletts lediglich degenerative Veränderungen.

b) positive Scans:

Bei 44 Patientinnen mit szintigraphisch positivem Befund ergab sich röntgenologisch in 9 Fällen der Verdacht auf Metastasen, in 35 Fällen konnten ossäre Metastasen nachgewiesen werden. (Abb. 4) Davon zeigten 9 Patientinnen eine erhöhte alkalische Phosphatase, wobei in 7 Fällen zusätzlich eine Skelettsymptomatik auftrat. Bei 5 Patientinnen war die alkalische Phosphatase nicht erhöht. Von diesen 5 Patientinnen war die Skelettsymptomatik in 4 Fällen positiv. Bei 29 Patientinnen war die alkalische Phosphatase zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung nicht bestimmt worden. 21 dieser 29 Patientinnen hatten Skelettschmerzen.

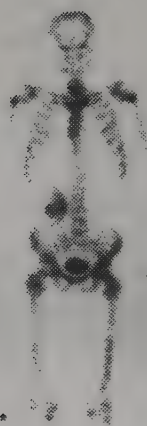


Abb. 4 Skelettszintigraphie einer 62-jährigen Patientin mit pathologisch vermehrtem Knochenumbau in verschiedenen Skelettregionen bei röntgenologisch gesicherten Skelettmetastasen.

Tabelle V stellt die nuklearmedizinischen Ergebnisse der einzelnen untersuchten Skelettregionen den Röntgenaufnahmen gegenüber. Hierbei wurden alle Patientinnen berücksichtigt, bei denen die nuklearmedizinische Untersuchung positiv war und röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, beziehungsweise der Verdacht auf eine Metastasierung ausgesprochen wurde.

Tabelle V

Szintigraphische und röntgenologische Befunde von
113 untersuchten Skelettregionen bei 44 Patientinnen

Sk.-Regionen	Scan +		Gesamtzahl
	Rö. +	Rö. -	
Schädel	7	8	15
Kn. Thorax	10	2	12
HWS	6		6
BWS	20	1	21
LWS	20	2	22
Becken	16	7	23
O'Extremität	2		2
U'Extremität	10	2	12
	91(81%)	22(19%)	113

Bei 39 Patientinnen mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen in 30 Fällen degenerative Veränderungen. Bei 9 von 39 Patientinnen waren die Skelettregionen mit einer szintigraphisch vermehrten Aktivitätsanreicherung röntgenologisch unauffällig. Von diesen 39 Patientinnen war in 15 Fällen die alkalische Phosphatase unauffällig. 9 dieser 15 Patientinnen hatte keine Skelettschmerzen. Bei 2 Patientinnen war die alkalische Phosphatase erhöht, wovon 1 Patientin eine positive Skelettsymptomatik zeigte. Bei 22 Patientinnen war die alkalische Phosphatase nicht bestimmt worden. 16 dieser 22 Patientinnen waren klinisch ohne Befund.

c) Zusammenfassung:

Tabelle VI

Korrelation der szintigraphischen und rönt-
genologischen Befunde von 87 Mamma-Ca Patientinnen

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstimm- ung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	74	9	83
Nukl. Unters. -	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>4</u>
	76(87%)	11(13%)	87

Unbekannter Primärtumor:

Bei 54 Patienten bestand klinisch der Verdacht auf eine Tumorkonstellation. Die bei diesen 54 Patienten angeordnete Skelettszintigraphie sollte die Frage klären, ob eine Skelettmetastasierung vorliegen könnte. Anzahl der Knochenszintigraphien: 54; Bewertbar: 44; Durchschnittsalter: 59 Jahre; jüngster Patient: 22 Jahre; ältester Patient: 81 Jahre.

a) negative Scans:

Von 44 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan in 3 Fällen keine pathologische Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei 2 Patienten keinerlei krankhafte Veränderungen und bei 1 Patienten lediglich degenerative Veränderungen. Die Skelettsymptomatik und die alkalische Phosphatase war bei diesen 3 Patienten unauffällig.

b) positive Scans:

Bei 18 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund ergab sich röntgenologisch in 4 Fällen der Verdacht auf Skelettmetastasen, in 14 Fällen konnten ossäre Metastasen nachgewiesen werden. Von diesen

18 Patienten zeigten 4 Patienten eine erhöhte alkalische Phosphatase und eine pathologische Skelettsymptomatik. Bei 9 Patienten lag der Wert der alkalischen Phosphatase im Bereich der Norm. 7 dieser 9 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 5 Patienten zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung nicht bestimmt. 3 dieser 5 Patienten klagten über Skelettschmerzen.

Tabelle VII stellt die nuklearmedizinischen Ergebnisse der einzelnen untersuchten Skelettregionen den Röntgenaufnahmen gegenüber. Hierbei wurden alle Patienten berücksichtigt, bei denen die nuklearmedizinische Untersuchung positiv war und röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, beziehungsweise der Verdacht auf eine Metastasierung ausgesprochen wurde.

Tabelle VII

Szintigraphische und röntgenologische Befunde
von 34 untersuchten Skelettregionen bei 18 Patienten

Sk.-Regionen	Scan+		Gesamtzahl
	Rö.+	Rö.-	
Schädel	3	1	4
Kn.Thorax	6		6
HWS	1		1
BWS	8		8
LWS	3	2	5
Becken	3	4	7
O'Extremität			
U'Extremität	3		3
	27(79%)	7(21%)	34

Bei 23 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen in 16 Fällen degenerative Veränderungen. Bei 7 Patienten mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung in verschiedenen Skelettregionen war das Röntgenbild unauffällig.

Lediglich 1 Patient dieser 23 Patienten hatte eine erhöhte alkalische Phosphatase und klagte über Skelettschmerzen. Bei 15 Patienten war die alkalische Phosphatase im Bereich der Norm. Die Skelettsymptomatik war bei 8 dieser 15 Patienten auffällig. Bei 7 Patienten wurde die alkalische Phosphatase nicht bestimmt. 4 dieser 7 Patienten hatten Skelettschmerzen.

c) Zusammenfassung:

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen Befunde von 44 Patienten mit unbekanntem Primärtumor

	Übereinstimmung mit RÖ.	Keine Übereinstimmung mit RÖ.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	34	7	41
Nukl. Unters. -	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
	37(84%)	7(16%)	44

Bronchial Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 46; Bewertbar: 41; ♂ 43; ♀ 3;
Durchschnittsalter: 62; jüngster Patient: 34 Jahre; ältester Patient:
84 Jahre.

a) negative Scans:

Von 41 untersuchten Patienten zeigte der Scan in 7 Fällen keine pathologische Aktivitätsanreicherung. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei 1 Patienten keinerlei pathologische Veränderungen und bei 4 Patienten lediglich degenerative Veränderungen. Alle 5 Patienten hatten keine Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 3 Patienten bestimmt und war im Bereich der Norm. Bei 1 Patienten ergaben vergleichende Röntgenaufnahmen Skelett-Metastasen, bei einem anderen Patienten zeigten die Röntgenaufnahmen eine fragliche Aufhellung.

Fall I : 54-jähriger Patient, der über Rückenschmerzen klagte. Die Skelettszintigraphie zeigte keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Die WS war klopf- und stauchungsschmerzhaft. Röntgenaufnahmen der Rippen, der B- und LWS ergaben den Verdacht auf eine Skelettmetastasierung der 11 Rippe rechts lateral und Skelettmetastasen im Bereich des 10, 11 und 12 BW K und des 1 und 3 LWK. Die alkalische Phosphatase lag im Bereich der Norm. Der Patient verstarb nach kurzem stationärem Aufenthalt. Die Obduktion ergab ein Bronchial-Ca und Metastasen im Bereich zahlreicher Brust- und Lendenwirbelkörper und im proximalen Drittel des rechten Femurschaftes.

Fall II : 67-jähriger Patient ohne szintigraphisch auffälligen Befund. Eine auswärtige Röntgenaufnahme des Thorax zeigte eine Infiltration im dorsalen Oberlappensegment links und Hiluslymphome. Dieser Befund führte zur stationären Aufnahme. Röntgenaufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS und des Beckens zeigten eine fragliche Aufhellung im mittleren Teil der rechten Clavicula, eine geringe Osteoporose des Schädels und degenerative Veränderungen der WS. Der Patient hatte keine Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase war erhöht. Der Patient verstarb kurz darauf. Die durchgeführte Obduktion sicherte die Diagnose Bronchial-Ca und ergab Metastasen in fast allen Wirbelkörpern, dem Sternum, des Femur beiderseits und in der vorderen und mittleren Schädelgrube.

b) positive Scans:

Bei 34 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund wurden in 15 Fällen röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, in 6 Fällen der Verdacht auf Metastasen ausgesprochen. Von diesen 21 Patienten war bei 6 Patienten die alkalische Phosphatase erhöht, wobei in 4 Fällen zusätzlich eine Skelettsymptomatik auftrat, während 2 Patienten von der Skelettsymptomatik her unauffällig waren. Bei 9 Patienten war die alkalische Phosphatase nicht erhöht. Von diesen 9 Patienten klagten 7 über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 6 Patienten nicht bestimmt. 5 dieser 6 Patienten hatten eine auffällige Skelettsymptomatik.

Tabelle IX stellt die nuklearmedizinischen Ergebnisse der einzelnen untersuchten Skelettregionen den Röntgenaufnahmen gegenüber. Hierbei wurden alle Patienten berücksichtigt, bei denen die nuklearmedizinische Untersuchung positiv war und röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, beziehungsweise der Verdacht auf eine Metastasierung ausgesprochen wurde.

Tabelle IX

Szintigraphische und röntgenologische Befunde
von 50 untersuchten Skelettregionen bei 21 Patienten

Sk.-Regionen	Scan+		Gesamtzahl
	Rö.+	Rö.-	
Schädel	1		1
Kn.Thorax	3	3	6
HWS	3	1	4
BWS	12	2	14
LWS	8	2	10
Becken	4		4
O'Extremität	2		2
U'Extremität	8	1	9
	41(82%)	9(18%)	50

Bei 13 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen in 8 Fällen degenerative Veränderungen. Bei 5 von 13 Patienten waren die Röntgenaufnahmen der Skelettregionen mit einer szintigraphisch vermehrten Aktivitätsanreicherung ohne Befund. Die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik waren bei 1 dieser 13 Patienten auffällig. Bei 11 Patienten war die alkalische Phosphatase im Bereich der Norm. 4 dieser 11 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Bei einem Patienten, bei dem die alkalische Phosphatase nicht bestimmt wurde, war die Skelettsymptomatik auffällig.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XKorrelation der szintigraphischen und röntgenologischen
Befunde von 41 Bronchial-Ca Patienten

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstim- mung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	29	5	34
Nukl. Unters. -	<u>5</u> 34(83%)	<u>2</u> 7(17%)	<u>7</u> 41

Weibliche Genital-Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 50; Bewertbar: 36; Durchschnittsalter: 55; jüngste Patientin: 28 Jahre; älteste Patientin: 71 Jahre; Bei den malignen Erkrankungen des weiblichen Genitalsystems handelte es sich um 42 Uterus Ca, 6 Ovarial Ca, 1 Vulva Ca und um 1 Vaginal Ca.

a) negative Scans:

Von 36 szintigraphisch untersuchten Patientinnen zeigte der Scan in 5 Fällen keine pathologische Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts waren bei 3 dieser 5 Patientinnen unauffällig. Lediglich bei 2 Patientinnen ergaben Röntgenaufnahmen des Skeletts degenerative Veränderungen. Die alkalische Phosphatase war bei 4 dieser 5 Patientinnen im Bereich der Norm und bei 1 Patientin erhöht. 2 Patientinnen hatten Skelettschmerzen.

b) positive Scans:

Bei 11 Patientinnen mit szintigraphisch positivem Befund ergab sich röntgenologisch in 4 Fällen der Verdacht auf Metastasen, in 7 Fällen konnten ossäre Metastasen nachgewiesen werden. Von diesen 11 Patientinnen hatten 2 Patientinnen eine erhöhte alkalische Phos-

phatase. Eine dieser 2 Patientinnen klagte über Skelettschmerzen. Bei 5 Patientinnen war die alkalische Phosphatase im Bereich der Norm, lediglich die Skelettsymptomatik war auffällig. Die alkalische Phosphatase wurde bei 4 dieser 11 Patientinnen nicht bestimmt. Eine pathologische Skelettsymptomatik fand sich bei 2 dieser 4 Patientinnen.

Tabelle XI stellt die nuklearmedizinischen Ergebnisse der einzelnen untersuchten Skelettregionen den Röntgenaufnahmen gegenüber. Hierbei wurden alle Patientinnen berücksichtigt, bei denen die nuklearmedizinische Untersuchung positiv war und röntgenologisch ossäre Metastasen gesichert, beziehungsweise der Verdacht auf eine Metastasierung ausgesprochen wurde.

Tabelle XI

Szintigraphische und röntgenologische Befunde von
17 untersuchten Skelettregionen bei 11 Patientinnen

Sk.-Regionen	Scan +		Gesamtzahl
	Rö.+	Rö.-	
Schädel			
Kn.Thorax			
HWS		1	1
BWS	2		2
LWS	5	1	6
Becken	6	1	7
O'Extremität			
U'Extremität	1		1
	14(82%)	3(18%)	17

Bei 20 Patientinnen mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts in 15 Fällen degenerative Veränderungen und bei 5 Patientinnen mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung in verschiedenen Skelettregionen waren die vergleichenden Röntgenaufnahmen unauffällig. Von diesen 20 Patientinnen

war in 6 Fällen die alkalische Phosphatase im Bereich der Norm. 4 dieser 6 Patientinnen hatten keine Skelettschmerzen. Bei 1 Patientin war die alkalische Phosphatase erhöht und die Skelettsymptomatik auffällig. Bei 13 Patientinnen war die alkalische Phosphatase nicht bestimmt worden. 7 dieser 13 Patientinnen waren klinisch unauffällig.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XII

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen Befunde bei 36 Patientinnen mit Genital Ca

	Übereinstimmung mit RÖ.	Keine Übereinstimmung mit RÖ.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	26	5	31
Nukl. Unters. -	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
	31 (86%)	5 (14%)	36

Colon- und Rectum-Ca:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 16; Bewertbar: 14; ♂ 11; ♀ 5; Durchschnittsalter: 58; jüngster Patient: 43 Jahre; ältester Patient: 77 Jahre. Bei den malignen Erkrankungen handelte es sich um 11 Rectum-Ca, 2 Sigma-Ca, 2 Coecal-Ca und um 1 Ca des Colon ascendens.

a) negative Scans:

Von 14 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan in 2 Fällen keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei einem Patienten keine krankhaften Veränderungen, bei der zweiten Patientin lediglich geringe degenerative Veränderungen der LWS und beider Hüftgelenke. Die alkalische Phosphatase war bei beiden Patienten im Bereich der Norm. Ein Patient klagte über Kreuzschmerzen.

b) positive Scans:

Bei 12 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund wurden röntgenologisch in 2 Fällen ossäre Metastasen gesichert, in 1 Fall der Verdacht auf eine ossäre Metastasierung ausgesprochen.

Fall I : 69-jähriger Patient; Zustand nach Operation eines Rectum-Ca mit Anlage eines endständigen Anus praeter. Der Scan zeigte eine verstärkte Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten Ileosacralgelenkes und des Os sacrum. Röntgenaufnahmen der LWS, des Beckens, sowie Schichtaufnahmen der unteren LWS und des Os sacrum ergaben Skelettmetastasen im cranialen Anteil der rechten Massa lateralis des Os sacrum und des Querfortsatzes der LWK 4 rechts. Die alkalische Phosphatase war mit 280 mU/ml erhöht. Der Patient klagte über Schmerzen im Bereich der unteren LWS/Os sacrum Region, die in beide Oberschenkel ausstrahlten.

Fall II : 77-jährige Patientin; Zustand nach Rectumexstirpation. Die Skelettszintigraphie ergab eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich beider Ileosacralgelenke, links stärker als rechts und in den rechten Anteilen des Os sacrum. Die Röntgenaufnahmen des Beckens und des Os sacrum zeigten eine große Osteolyse des Os sacrum. Die alkalische Phosphatase war erhöht. Die Patientin hatte Kreuzschmerzen, die in beide Beine ausstrahlten.

Fall III : 72-jähriger Patient; Zustand nach Hemicolektomie rechts wegen Adeno Ca des Colon ascendens. Der Scan zeigte eine Zone vermehrter Aktivitätsanreicherung im Bereich der oberen und mittleren LWS. Röntgenaufnahmen der WS und des Beckens ergaben eine fragliche Aufhebung der Knochenstruktur an der oberen lateralen Kante des 4 LWK. Der Patient war von der Klinik und der alkalischen Phosphatase her unauffällig.

Bei 9 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten die vergleichenden Röntgenaufnahmen des Skeletts in 5 Fällen degenerative Veränderungen. Bei 4 von 9 Patienten waren die Röntgenaufnahmen bei

szintigraphisch positivem Befund unauffällig. Die alkalische Phosphatase war bei 2 Patienten erhöht. Einer dieser 2 Patienten bot eine auffällige Skelettsymptomatik. Bei 3 Patienten war die alkalische Phosphatase im Bereich der Norm. 2 dieser 3 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 4 Patienten nicht bestimmt. Die Skelettsymptomatik war bei 3 dieser 4 Patienten auffällig.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XIII

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen Befunde bei 14 Patienten mit Rectum- und Colon-Ca

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstimmung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	8	4	12
Nukl. Unters. -	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
	10 (71%)	4 (29%)	14

Hypernephrom:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 13; Bewertbar: 8; ♂ 7; ♀ 6; Durchschnittsalter: 62 Jahre.

a) positive Scans:

Von 8 nuklearmedizinisch untersuchten Patienten war die Skelettszintigraphie in allen 8 Fällen positiv. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts ließen bei 3 Patienten eine ossäre Metastasierung erkennen.

Fall I : 71-jähriger Patient. Er klagte über sehr heftige Hüftbeschwerden rechts. Der Scan zeigte eine verstärkte Aktivitätsanreicherung im Bereich des proximalen rechten Femur und der linken Beckenhälfte. Röntgenaufnahmen des rechten Oberschenkels und des Beckens

ergaben eine ossäre Metastasierung im Bereich des Femur und des linken os ileum. Die alkalische Phosphatase war erhöht.

Fall II : 59-jähriger Patient, bei dem eine Vorwölbung im Bereich des Angulus inferior der linken Scapula festgestellt wurde. Die Skelettszintigraphie ergab eine pathologische Aktivitätsanreicherung im Bereich des Angulus inferior der linken Scapula und der spina Scapulae links. Die darauf veranlaßte Röntgenaufnahme des linken Schultergelenkes zeigte eine Skelettmetastasierung in der linken Scapula. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm.

Fall III : 60-jährige Patientin, die über Schmerzen im Bereich des oberen Sternum, des Nackens und des rechten Hüftgelenkes klagte. Die Beweglichkeit der WS war eingeschränkt. Die Skelettszintigraphie zeigte eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im mittleren Sternalanteil, der rechten Beckenschaufel und der oberen LWS. Röntgenaufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS, des Beckens, beider Hüftgelenke und Schichtaufnahmen des Sternum ergaben degenerative Veränderungen der HWS, eine ossäre Metastasierung des corpus sterni und Osteolysen im Darmbein rechts und links, eine Osteolyse cranial des rechten Hüftgelenkes bis zur rechten Ileosacralfuge reichend, Osteolysen in beiden Sitzbeinen, im rechten Femurhals und proximalen Femurschaft. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm.

Bei 5 dieser 8 Patienten zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen in 4 Fällen degenerative Veränderungen und in 1 Fall waren die Röntgen-Bilder ohne Befund. Die alkalische Phosphatase war in 3 Fällen nicht erhöht. Von diesen 3 Patienten klagten 2 über Skelettschmerzen. Bei 1 Patienten war sowohl die alkalische Phosphatase als auch die Klinik unauffällig.

Melanom:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 12; Bewertbar: 7; Durchschnittsalter: 57; jüngster Patient: 37 Jahre; ältester Patient: 72 Jahre.

Bei 7 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund konnten röntgenologisch in 3 Fällen ossäre Metastasen gesichert werden.

Fall I : 50-jährige Patientin mit einem Melanoblastom am linken Unterschenkel, das 1970 exstirpiert worden war. Die szintigraphische Untersuchung ergab eine pathologische Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten Sternoclaviculargelenkes und einer unteren Rippe rechts. Röntgenaufnahmen des knöchernen Thorax zeigten eine Verdichtung der 8 Rippe rechts und eine Aufhellung der 7 Rippe rechts. Die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik waren unauffällig.

Fall II : 62-jähriger Patient mit einem Melanom im Bereich des Rückens, das 1961 operiert worden war. Die szintigraphische Untersuchung ergab eine pathologische Aktivitätsanreicherung im Bereich der oberen BWS und unteren LWS. Röntgenaufnahmen des knöchernen Thorax, der LWS und des Beckens zeigten eine Skelettmetastasierung des 4 LWK. Die alkalische Phosphatase war erhöht. Der Patient klagte über Schmerzen im Bereich der LWS. Der lumbosacrale Übergang war gering druckschmerzhaft.

Fall III : 65-jährige Patientin mit einem Melanom im Bereich des rechten Oberschenkels, das 1969 entfernt worden war. Der Scan zeigte eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten Hüftgelenkes und der rechten Beckenhälfte. Eine Schichtaufnahme des rechten Hüftgelenkes zeigte osteolytische Veränderungen des corpus ossis pubis rechts in Höhe der Eminentia ileopectinea mit Übergreifen auf die hier gelegenen Gelenkpfannenanteile. Die alkalische Phosphatase war stark erhöht. Der Patient hatte keine Skelettschmerzen.

Bei den übrigen 4 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts in 2 Fällen degenerative Veränderungen und bei 2 Patienten keine krankhaften Veränderungen. Von diesen 4 Patienten war die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik in 3 Fällen unauffällig. Ein Patient, bei dem die alkalische Phosphatase nicht bestimmt wurde, klagte über Skelettschmerzen.

Schilddrüsen-Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 10; Bewertbar: 6; Durchschnittsalter: 52 Jahre; jüngster Patient: 22 Jahre; ältester Patient: 75 Jahre; ♂ 7; ♀ 3;

a) negative Scans:

Von 6 nuklearmedizinisch untersuchten Patienten war die Skelettszintigraphie bei 1 Patienten unauffällig. Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten ebenfalls keine krankhaften Veränderungen. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm. Die klinische Symptomatik war unauffällig.

b) positive Scans:

Bei 5 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts in 2 Fällen ossäre Metastasen.

Fall I : 42-jähriger Patient; Zustand nach Operation eines soliden Schilddrüsen-Ca mit anschließender Telecobaltbestrahlung. Der Patient gab Schmerzen im Bereich der gesamten WS, des Beckens und der unteren Extremität an. Beide Beine waren gelähmt. Der Scan zeigte eine umschriebene Aktivitätsanreicherung im Bereich der mittleren BWS und oberen LWS. Röntgenaufnahmen des knöchernen Thorax, der B- und LWS ergaben eine ossäre Metastasierung im Bereich der 6 Rippe links dorsal und Th. 5-11- Die alkalische Phosphatase wurde nicht bestimmt.

Fall II : 61-jährige Patientin; Zustand nach Operation eines soliden Schilddrüsen-Ca und cytostatischer Therapie. Die Skelettszintigraphie zeigte eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des proximalen Oberschenkels rechts, des rechten Hüftgelenkes, der rechten Beckenschaufel, des lumbosacralen Übergangs, der oberen BWS und des BWS/LWS Überganges. Röntgenaufnahmen des Beckens und des rechten Hüftgelenkes zeigten eine Aufhellung im Trochanter major und im intertrochanteren Bereich. Die Patientin klagte über Schmerzen im rechten Hüftgelenk. LWK 2-4 waren klopfschmerzhaft, die rechte Hüfte druckschmerzhaft. Die alkalische Phosphatase war nicht erhöht.

Bei der Obduktion wurden mehrere Knochenmetastasen in B- und LWS nachgewiesen.

Bei den übrigen 3 Patienten ergaben die vergleichenden Röntgenaufnahmen in 2 Fällen keine pathologischen Veränderungen und 1 Fall lediglich degenerative Veränderungen. 2 dieser 3 Patienten hatten keine Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde nur bei einem Patienten bestimmt und war im Bereich der Norm.

Epipharynx Ca:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 7; Bewertbar: 7; ♀ 4; ♂ 3; Durchschnittsalter: 55 Jahre; ältester Patient: 73 Jahre; jüngster Patient: 33 Jahre.

a) negative Scans:

Von 7 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan bei 1 Patienten keine vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten lediglich im Bereich des BWS/LWS Überganges reoperative Vorgänge nach einem vorausgegangenem Trauma. Die alkalische Phosphatase und die Klinik waren unauffällig.

b) positive Scans:

Bei 6 Patienten mit nuklearmedizinisch positivem Befund ergaben vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts bei 4 Patienten Skelettmastasen. Die alkalische Phosphatase war bei 2 dieser 4 Patienten erhöht. Bei den beiden übrigen Patienten wurde sie nicht bestimmt. 3 dieser 4 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Degenerative Veränderungen wurden bei 1 Patienten nachgewiesen. 1 Patient bot röntgenologisch keine Auffälligkeiten. Die alkalische Phosphatase, die bei einem dieser 2 Patienten bestimmt wurde, war im Bereich der Norm.

Magen Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 6; ♀ 4; ♂ 2; Durchschnittsalter: 61; jüngster Patient: 53 Jahre; ältester Patient: 70 Jahre.

a) positive Scans:

Alle 6 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigten eine pathologische Aktivitätsanreicherung. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei 3 Patienten Skelettmetastasen. Bei diesen 3 Patienten war die alkalische Phosphatase in 2 Fällen erhöht. Über Skelettschmerzen klagten 2 dieser 3 Patienten. In den übrigen 3 Fällen ergaben die Röntgenaufnahmen bei 2 Patienten degenerative Veränderungen und bei 1 Patienten waren die Röntgenaufnahmen unauffällig. Die alkalische Phosphatase war normal. 2 Patienten waren von der Skelettsymptomatik her auffällig.

Neuroblastom:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 5; Bewertbar: 4; Durchschnittsalter: 6; ältester Patient: 10; jüngster Patient: 2 Jahre.

a) positive Scans:

Bei 4 Kindern mit szintigraphisch positivem Befund zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts 3 mal Skelettmetastasen und in 1 Fall wurde der Verdacht auf eine ossäre Metastasierung ausgesprochen. 3 dieser 4 Kinder hatten eine auffällige Skelettsymptomatik. Die alkalische Phosphatase war nur in einem Fall erhöht.

Pankreas Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 4; Bewertbar: 3; Alter: 50, 54, 60 und 70 Jahre.

Bei 3 Patienten mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung wiesen vergleichende Röntgenaufnahmen keine ossäre Metastasierung nach. In einem Fall zeigten die Röntgenaufnahmen degenerative Veränderungen, bei dem zweiten Patienten eine allgemeine Osteoporose und bei dem dritten Patienten waren die Röntgenaufnahmen unauffällig. Die Skelettsymptomatik war bei allen 3 Patienten unauffällig. Die alkalische Phosphatase war bei einem Patienten erhöht.

Ösophagus Ca:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 3; Bewertbar: 2; Alter: 40, 47 und 58 Jahre

In einem Fall ergab die Skelettszintigraphie eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der oberen und mittleren LWS. Die Röntgenaufnahmen dieser Region zeigten degenerative Veränderungen und eine Skoliose. Der Patient klagte über Rückenschmerzen. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm. Bei dem zweiten Patienten mit einem histologisch gesicherten, nicht verhornendem Plattenepithel-Ca zeigte der Scan eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der rechten Scapula. Röntgenaufnahmen des knöchernen Thorax, der Scapula und des Beckens ergaben eine Skelettmetastasierung des Angulus inferior scapulae rechts und eine Aufhellung des linken Schenkelhalses. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm. Die Bewegung des rechten Schultergelenkes war schmerzhaft eingeschränkt.

Basaliom:

An einem Basaliom waren 3 männliche Patienten im Alter von 42, 58 und 69 Jahren erkrankt. Der Scan zeigte bei 2 Patienten keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei einem Patienten keine krankhaften Veränderungen und bei dem zweiten lediglich degenerative Veränderungen. Die Skelettsymptomatik war bei einem Patienten auffällig. Die alkalische Phosphatase wurde bei beiden Patienten nicht bestimmt. Bei dem dritten Patienten zeigte der Scan eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des os frontale, links ausgeprägter als rechts. Eine Röntgenaufnahme des Schädels ließ keine krankhaften Veränderungen erkennen. Die alkalische Phosphatase war mit 480 mU/ml erhöht. Die Skelettsymptomatik war unauffällig.

Plattenepithel Ca der Haut:

Bei diesen Patienten handelte es sich um eine 55-jährige Patientin und um einen 71 Jahre alten Mann. In einem Fall zeigte der Scan eine

vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der oberen BWS und oberen LWS. Röntgenaufnahmen der WS ergaben degenerative Veränderungen der B- und LWS und den Verdacht auf eine Metastasierung des 11 BWK. Der Patient hatte keine Skelettbeschwerden. Die alkalische Phosphatase wurde nicht bestimmt. Der zweite Patient zeigte im Scan eine diffuse Aktivitätsanreicherung im Bereich der B- und LWS und eine umschrieben vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der mittleren LWS und im Bereich des rechten Oberarmes. Röntgenaufnahmen der WS und Schichtaufnahmen des proximalen Oberarms ergaben degenerative Veränderungen der WS und den dringenden Verdacht auf eine Metastasierung im proximalen Oberarm. Die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik waren unauffällig.

Larynx Ca:

2 Patienten im Alter von 47 und 64 Jahren mit operativ gesichertem Larynx-Ca zeigten im Scan multiple Zonen vermehrter Aktivitätsanreicherung. Bei einem Patienten ergab sich szintigraphisch eine pathologisch vermehrte, umschriebene Aktivitätsanreicherung im Bereich des linken Unterschenkels und eine diffus vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des lumbosacralen Übergangs und des Sternums. Röntgenaufnahmen des Schädels, der WS, des Beckens, des knöchernen Thorax und des linken und rechten Unterschenkels ergaben eine Skelettmetastasierung des gesamten Schädels, degenerative Veränderungen der WS, Zustand nach Fraktur der 9 Rippe rechts, beziehungsweise der 5 Rippe links und eine Unterschenkelfraktur links. Sowohl die Skelettsymptomatik als auch die alkalische Phosphatase waren auffällig. Bei dem zweiten Patienten zeigten die vergleichenden Röntgenaufnahmen der Regionen mit vermehrter Aktivitätsanreicherung degenerative Veränderungen der B- und LWS, eine keilförmige Deformierung des 7 und 9 BWK im Rahmen einer Osteoporose und eine frische Fraktur der 8. dorsalen Rippe rechts. Der Patient hatte keine Skelettbeschwerden. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm.

Seminom:

Von 2 szintigraphisch untersuchten Patienten konnte nur eine szintigraphischer Befund eines 35 Jahre alten Patienten beurteilt werden.

Dieser Patient zeigte im Scan keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts waren ebenfalls unauffällig. Die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik waren ohne Befund.

Leber Ca:

Bei einer 69-jährigen Patientin mit einem adenoscirrhösen Leber-Ca zeigte die Skelettszintigraphie keine vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Schädels, der Clavicula, des knöchernen Thorax, der BWS und LWS und des Beckens zeigten Skeletmetastasen der Schädelkalotte, der rechten Clavicula sowie den Verdacht auf eine Metastasierung der 10 Rippe rechts. Die alkalische Phosphatase war erhöht. Der Patient hatte Schmerzen im Bereich der unteren Rippen und der rechten Schulter. Die Obduktion des Patienten ergab eine ossäre Metastasierung in der LWS, der 9 Rippe rechts, dem lateralen Drittel der rechten Clavicula und in der Schädelkalotte.

6.2. Patienten mit Erkrankung der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems:

Tabelle XIV

Art der Erkrankung bei Patienten mit Erkrankung der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems

Art der Erkrankung	n Patienten
M. Hodgkin	22
Plasmocytom	20
Non Hodgkin Lymphome	17
akute Leukämie	6
chron. Leukämie	6
Histiocytosis X	2
Schmincke Tu.	2
M. Waldenström	2
Osteomyelofibrose	2
V.a. Systemerkrankung	5
	Tot. 84

M. Hodgkin:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 22; Bewertbar: 16; Erwachsene: 18; Kinder: 4; Durchschnittsalter der Erwachsenen: 45; Durchschnittsalter der Kinder: 10; ältester Erwachsener: 68 Jahre; jüngster Erwachsener: 21 Jahre; ältestes Kind: 12 Jahre; jüngstes Kind: 6 Jahre;

a) negative Scans: n=6

Von 16 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan in 6 Fällen keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Bei diesen Patienten lagen 4 Röntgenaufnahmen des Schädels, 1 des knöchernen Thorax, 5 der WS, 4 des Beckens, 2 der oberen Extremität und 5 der unteren Extremität vor. Bei 4 dieser 6 Patienten zeigten

die Röntgenaufnahmen des Skeletts keine krankhaften Veränderungen. Die Skelettsymptomatik war bei diesen 4 Patienten unauffällig. Die alkalische Phosphatase war bei 2 dieser 4 Patienten erhöht. Bei 2 Patienten zeigten die Röntgenaufnahmen des Skeletts lediglich degenerative Veränderungen der WS und des Beckens. Bei beiden Patienten war die alkalische Phosphatase erhöht. Die Patienten gaben keine Skelettbeschwerden an.

b) positive Scans: n = 10

Von 10 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund zeigte der Scan in 8 Fällen eine multiple Aktivitätsanreicherung und in 2 Fällen eine solitäre Aktivitätsanreicherung. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts ergaben bei 2 Patienten Skelettmetastasen und bei einem Patienten den Verdacht auf eine ossäre Metastasierung. 2 dieser 3 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 1 Patienten bestimmt und war im Bereich der Norm. Von diesen Patienten mit Skelettmetastasen wurden 2 dem II. Hodgkin Stadium IIIb. und 1 Patient dem Stadium IVb. zugeordnet.

Bei 6 dieser 10 Patienten zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts degenerative Veränderungen und bei 1 Patienten waren die vergleichenden Röntgenaufnahmen unauffällig. 3 dieser 7 Patienten klagten über Skelettschmerzen und die alkalische Phosphatase war erhöht. Die Skelettsymptomatik war bei 4 dieser 7 Patienten unauffällig. Die alkalische Phosphatase war nur bei 1 Patienten erhöht.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XV

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen
Befunde bei 16 Patienten mit M. Hodgkin

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstim- mung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	9	1	10
Nukl. Unters. -	<u>6</u>	<u>0</u>	<u>6</u>
	15(94%)	1(6%)	16

Plasmocytom:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 20; Bewertbar: 19; Durchschnitts-
 alter der Patienten: 57 Jahre; jüngster Patient: 27 Jahre; ältester
 Patient: 72 Jahre;

a) negative Scans: n=1

Von 13 Patienten mit klinisch gesichertem Plasmocytom und 7 Patien-
 ten mit einem Verdacht auf ein Plasmocytom ergab der Scan bei einem
 Patienten mit einem Verdacht auf ein Plasmocytom einen negativen Be-
 fund. Röntgenaufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS,
 des Beckens und der Oberschenkel beidseits ergaben degenerative Ver-
 änderungen der WS und eine Aufhellung des linken Oberschenkels. Kli-
 nik und Labor waren unauffällig.

b) positive Scans: n=18

Von 18 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund zeigte der Scan
 in 15 Fällen eine multiple Aktivitätsanreicherung und in 3 Fällen
 eine solitäre Anreicherung. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Ske-

letts ergaben bei 13 Patienten Skelettmetastasen, beziehungsweise den Verdacht auf eine ossäre Metastasierung. Von diesen 13 Patienten hatten 3 Patienten eine pathologische Skelettsymptomatik und eine erhöhte alkalische Phosphatase. 5 dieser 13 Patienten klagten nur über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm. In 2 Fällen war die Skelettsymptomatik und die alkalische Phosphatase unauffällig. Bei 3 Patienten wurde die alkalische Phosphatase nicht bestimmt. 2 dieser 3 Patienten klagten über Skelettschmerzen.

Bei 3 der 18 Patienten zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts degenerative Veränderungen und bei 2 Patienten waren die vergleichenden Röntgenaufnahmen unauffällig. 2 dieser 5 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm. Bei den übrigen 3 Patienten war sowohl die Skelettsymptomatik als auch die alkalische Phosphatase unauffällig.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XVI

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen Befunde bei 19 Patienten mit Plasmocytom

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstimmung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	16	2	18
Nukl. Unters. -	-----	1-----	1
	16(83,5%)	3(16,5%)	19

Non Hodgkin Lymphome:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 17; Bewertbar: 14; Anzahl der Patienten: 13 Erwachsene und 4 Kinder; Durchschnittsalter der Erwachsenen: 53 Jahre; Durchschnittsalter der Kinder: 12 Jahre;

a) negative Scans:

Von 14 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der Scan in 5 Fällen keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Röntgenaufnahmen des Skeletts ließen bei 4 dieser 5 Patienten lediglich degenerative Veränderungen der WS erkennen. 2 dieser 4 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase war hier im Bereich der Norm. Die restlichen Patienten waren von der klinischen Symptomatik her unauffällig. Die alkalische Phosphatase fiel bei 1 dieser 2 Patienten pathologisch aus. Bei 1 dieser 5 Patienten ohne szintigraphisch faßbar vermehrte Aktivitätsanreicherung zeigten Röntgenaufnahmen des Schädels, der WS und des Beckens Skelettmetastasen im rechten os sacrum und im BWK 10, 11, 12. Die alkalische Phosphatase war nicht erhöht. Der Patient klagte über Skelettschmerzen.

b) positive Scans:

Von 9 Patienten mit szintigraphisch positivem Befund zeigte der Scan in 5 Fällen eine multiple Aktivitätsanreicherung und in 4 Fällen eine solitäre Anreicherung. Vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts zeigten bei 4 Patienten eine ossäre Metastasierung. 2 dieser 4 Patienten klagten über Skelettschmerzen und die alkalische Phosphatase war erhöht. Bei 1 der 4 Patienten war nur die Skelettsymptomatik auffällig und bei 1 Patienten lediglich die alkalische Phosphatase erhöht.

Bei 3 dieser 9 Patienten zeigten vergleichende Röntgenaufnahmen des Skeletts degenerative Veränderungen und bei 2 Patienten waren die Röntgenaufnahmen ohne Befund. 2 dieser 5 Patienten hatten Skelettschmerzen und die alkalische Phosphatase war erhöht. Die übrigen 3 Patienten waren von der Skelettsymptomatik her unauffällig. Die alkalische Phosphatase war bei 2 der 3 Patienten bestimmt worden und lag im Bereich der Norm.

c) Zusammenfassung:

Tabelle XVII

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen
Befunde bei 14 Patienten mit Non Hodgkin Lymphomen

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstim- mung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	7	2	9
Nukl. Unters. -	<u>4</u> 11(79%)	<u>1</u> 3(21%)	<u>5</u> 14

akute Leukämie:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 6; Bewertbar: 4; Durchschnitts-
 alter: 6 Jahre; ältestes Kind: 10 Jahre; jüngster Patient: 2 Jahre;

a) negative Scans:

Bei 2 Patienten mit einem szintigraphisch unauffälligen Befund zeigten auch die Röntgenaufnahmen des Skeletts keine pathologischen Veränderungen. Bei einem Kind war die Klinik und die alkalische Phosphatase unauffällig, beim zweiten Kind war die alkalische Phosphatase erhöht und die Skelettsymptomatik ohne Befund.

Bei 2 szintigraphisch unauffälligen Patienten wurde röntgenologisch der Verdacht auf eine leukämische Infiltration ausgesprochen. Bei dem einen Patienten zeigten die Röntgenaufnahmen des Schädels und der Handwurzel eine poröse Struktur der Schädelkalotte und des distalen Radius, die als leukämische Infiltration gewertet wurde. Bei dem zweiten Kind zeigten Röntgenaufnahmen des Schädels, Beckens und der U'Extremität eine grobporöse, aufgelockerte Knochenstruktur des Schädels, des proximalen und distalen Femur beiderseits, der Sitzbeine und caudalen Anteils der Beckenschaufel. Dieser Befund wurde ebenfalls als leukämische Infiltration gewertet. Klinik und Labor zeigten in beiden Fällen keine pathologischen Befunde.

chronische Leukämie:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 6; Bewertbar: 5; 5 Patienten mit chronisch myeloischer Leukämie; 1 Patient mit chronisch lymphatischer Leukämie; Durchschnittsalter: 51 Jahre;

a) positive Scans:

Bei 2 Patienten zeigte der Scan eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des Beckens. Die vergleichenden Röntgenaufnahmen ergaben bei einem Patienten Skelettmetastasen in der linken Beckenschaukel und im proximalen und distalen Drittel des linken Femur. Der Patient klagte über ischialgieforme Schmerzen links. Die alkalische Phosphatase wurde nicht bestimmt. Bei dem zweiten Patienten ließen die vergleichenden Röntgenaufnahmen eine cystische Aufhellung im rechten os ileum erkennen. Klinik und Labor waren unauffällig. Bei dem dritten Patienten zeigte der Scan eine Aktivitätsanreicherung im Bereich der LWS. Die Röntgenaufnahmen ergaben hier eine Spondylolisthesis bei L_5/S_1 . Sowohl die alkalische Phosphatase als auch die Skelettsymptomatik waren auffällig.

Bei 2 Patienten mit einem szintigraphisch positivem Befund zeigten die vergleichenden Röntgenaufnahmen keine krankhaften Veränderungen. Röntgenaufnahmen zu einem späteren Zeitpunkt lagen nicht vor. In beiden Fällen war die Skelettsymptomatik unauffällig. Die alkalische Phosphatase war bei einem Patienten im Bereich der Norm, bei dem anderen Patienten wurde sie nicht bestimmt.

Histiocytosis X:

Bei den beiden Patienten handelte es sich um Kinder, von denen das eine 6 Jahre und das andere 10 Jahre alt war. In einem Fall ergab sich im Scan keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung.

Röntgenaufnahmen des Schädels ließen nur angedeutet Osteolysen erkennen. Bereits ein halbes Jahr vor der szintigraphischen Untersuchung waren Osteolysen im Schädel und im Ober- und Unterkiefer festgestellt worden. Bei diesem Patienten war die alkalische Phosphatase erhöht und die Skelettsymptomatik unauffällig. Der zweite Patient zeigte szintigraphisch eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des linken Mastoids und des linken Unterkieferastes. Röntgenaufnahmen des Felsenbeines, des Mastoids, des knöchernen Thorax, der WS, des Beckens, der oberen Extremität beidseits und der unteren Extremität beidseits ergaben eine unregelmäßige Struktur des Mastoids links und eine Osteolyse der 11 Rippe rechts. Klinisch war nur eine Schwellung der rechten Rippe auffällig. Der Wert der alkalischen Phosphatase lag zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung nicht vor.

Schmincke Tumor:

2 Patienten im Alter von 23 und 27 Jahren zeigten multiple, pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherungen im Scan. Bei dem einen Patienten zeigte die Szintigraphie umschrieben verstärkte Aktivitätsanreicherungen im Bereich des HWS/BWS Überganges, der mittleren IWS, der Schambeine beidseits, des rechten Hüftgelenkes und des proximalen Femurschaftes. Die Röntgenaufnahmen dieser Regionen mit verstärkter Aktivitätsanreicherung waren unauffällig. Die alkalische Phosphatase lag im Bereich der Norm. Der Patient klagte über Skelettschmerzen. Röntgenaufnahmen der LWS, des Beckens und beider Oberschenkel 4 Monate später zeigten Strukturaufhellung in beiden Darmbeinen und eine unscharfe Konturierung der Symphyse als Hinweis für Skelettmetastasen. Bei dem zweiten Patienten zeigte der Scan eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung in der Schädelbasis links, der oberen BWS, des LWK 1, des linken Darmbeines und der linken Ileosacralfuge. Die vergleichenden Röntgenaufnahmen waren zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung unauffällig. Die alkalische Phosphatase war erhöht und der Patient hatte Skelettschmerzen. Spätere Röntgenaufnahmen lagen nicht vor.

M. Waldenström:

An dieser Erkrankung litten 2 männliche Patienten im Alter von 69 und 74 Jahren. In einem Fall war der Scan negativ. Röntgenaufnahmen des Schädels, der WS, des Beckens, beider oberer Extremitäten und beider unterer Extremitäten zeigten eine Demineralisierung der WS und des Beckens, eine Arthrose des rechten Schultergelenkes, eine Coxarthrose und eine Arthrose des linken Kniegelenkes. Kein Anhalt für Metastasen. Der zweite Scan zeigte eine diffuse Aktivitätsanreicherung in der HWS, der mittleren BWS, der LWS und im rechten Knie- und Sprunggelenk. Röntgenaufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS, des Beckens und beider Oberschenkel ergaben eine Entkalkung des HWK₅ und HWK₄ und eine Osteochondrose von LWK_{4/5}. Bei beiden Patienten war die alkalische Phosphatase und die Skelettsymptomatik unauffällig.

Osteomyelofibrose:

Bei beiden Patienten im Alter von 75 und 55 Jahren zeigte der Scan jeweils eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der Gelenke. Röntgenaufnahmen dieser Regionen ergaben degenerative Veränderungen. Beide Patienten hatten keine Skelettbeschwerden. Die alkalische Phosphatase war nur bei einem Patienten erhöht.

V.a. Systemerkrankungen:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 5; Bewertbar: 2; Anzahl der Patienten: 3 Erwachsene im Alter von 62, 49 und 37 Jahren und 2 Kinder im Alter von 7 und 5 Jahren.

Bei 2 Patienten ohne szintigraphisch vermehrte Aktivitätsanreicherung zeigten Röntgenaufnahmen des Skeletts bei einem Patienten eine Osteoporose der WS und bei dem anderen Patienten degenerative Veränderungen der WS an. Bei beiden Patienten war die Skelettsymptomatik unauffällig. Die alkalische Phosphatase war nur bei dem Patienten mit Osteoporose erhöht.

Zusammenfassung:Tabelle XVIII

Korrelation der szintigraphischen und röntgenologischen
Befunde bei 68 Patienten mit Erkrankung der Granulo-
pooese und des lymphoreticulären Systems

	Übereinstimmung mit Rö.	Keine Übereinstim- mung mit Rö.	Gesamt- zahl
Nukl. Unters. +	39	8	47
Nukl. Unters. -	<u>16</u>	<u>5</u>	<u>21</u>
	55(81%)	13(19%)	68

6.2. Patienten mit benignen und malignen Knochentumoren:

Tabelle XIX

Tumorart bei Patienten mit primären Knochentumoren

Art der Erkrankung	n Patienten
Osteochondrom	6
Chondrom	6
solitäre Knochencyste	4
nicht ossifizierendes Fibrom	4
fibröse Knochendysplasie	2
aneurysmatische Knochencyste	2
Knochenhämangiom	1
Riesenzelltumor	1
Osteoid-Osteom	1
Osteogenes Sarkom	9
Ewing Sarkom	<u>2</u>
	Tot. 38

Osteochondrom

Anzahl der Skelettszintigraphien: 6; Durchschnittsalter: 23 Jahre;
jüngster Patient: 11 Jahre; ältester Patient: 44 Jahre;

Bei 3 männlichen Patienten und 3 weiblichen Patienten sprach der röntgenologische Befund für ein Osteochondrom. Der röntgenologische Befund wurde bei diesen 6 Patienten durch die Histologie bestätigt. Die Skelettszintigraphie zeigte bei 3 Patienten eine intensiv vermehrte Aktivitätsanreicherung und bei 3 Patienten eine gering vermehrte Aktivitätsanreicherung in den Skelettregionen, in denen auch das Röntgenbild ein Osteochondrom zeigte. Über Skelettbeschwerden klagten 6 Patienten. Die alkalische Phosphatase war bei 4 dieser 6 Patienten im Bereich der Norm und bei 2 Patienten erhöht.

Chondrom:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 6; Durchschnittsalter: 29 Jahre;
jüngster Patient: 14 Jahre; ältester Patient: 47 Jahre; ♂ 5; ♀ 1;

Bei 5 von 6 Patienten sprach der röntgenologische Befund für ein Chondrom. Die röntgenologische Diagnose wurde bei diesen 5 Patienten durch die Histologie bestätigt. Bei einem Patienten wurde röntgenologisch der Verdacht auf ein Enchondrom geäußert. Ein histologischer Befund lag bei diesem Patienten nicht vor. 2 dieser 6 Patienten waren bereits vor einigen Jahren an einem Chondrom operiert worden. Ihre erneute stationäre Aufnahme erfolgte, weil bei ihnen der Verdacht auf ein Rezidivchondrom geäußert wurde. Die Skelettszintigraphie zeigte bei 3 Patienten eine intensiv vermehrte Aktivitätsanreicherung und bei 3 Patienten eine geringere Aktivitätsanreicherung in den Skelettregionen, in denen auch röntgenologisch der pathologische Befund nachgewiesen wurde. Alle 6 Patienten hatten Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase, die nur bei 2 Patienten bestimmt wurde, lag bei diesen im Bereich der Norm.

Solitäre Cyste:

Anzahl der Knochenszintigraphien: 4; Durchschnittsalter: 39 Jahre;
jüngster Patient: 34 Jahre; ältester Patient: 46 Jahre; ♂ 3; ♀ 1;

Bei 4 Patienten, bei denen röntgenologisch der typische Befund einer solitären Knochencyste erhoben wurde, wurde die Diagnose durch die Histologie bestätigt. Die Skelettszintigraphie zeigte in den röntgenologisch veränderten Skelettregionen bei 3 Patienten eine mäßig verstärkte, bei 1 Patienten eine stark vermehrte Aktivitätsanreicherung. Die Skelettsymptomatik war bei allen 4 Patienten auffällig. Die alkalische Phosphatase wurde bei 2 der 4 Patienten bestimmt und lag im Bereich der Norm.

Nicht ossifizierendes Fibrom:

Anzahl der Skelettszintigraphien: 4; Durchschnittsalter: 28 Jahre;
jüngster Patient: 17 Jahre; ältester Patient: 55 Jahre; ♂ 3; ♀ 1;

Bei 4 Patienten wurde sowohl röntgenologisch als auch histologisch die Diagnose eines nicht ossifizierenden Fibroms gestellt. 1 dieser 4 Patienten war bereits 5 Jahre vor der angeordneten Skelettszintigraphie an einem nicht ossifizierenden Fibrom operiert worden. Bei diesem Patienten bestand zum Zeitpunkt der erneuten stationären Aufnahme der Verdacht auf ein Rezidiv des nicht ossifizierenden Fibroms. Bei 2 Patienten zeigte der Scan eine mäßig verstärkte und bei 1 Patienten eine intensiv vermehrte Aktivitätsanreicherung in der Skelettregion, in der auch das Röntgenbild den Tumor zeigte. Bei einem Patienten mit einem szintigraphisch unauffälligen Befund zeigte das Röntgenbild des linken Oberschenkels eine mehrkammrige, cystische Aufhellung im Bereich des distalen Femuranteils. Der Patient klagte in dieser Region über Skelettschmerzen. Histologisch wurde ein nicht ossifizierendes Fibrom gesichert. Die alkalische Phosphatase wurde nur bei 1 Patienten bestimmt und lag im Bereich der Norm. Über Skelettschmerzen klagten 3 der 4 Patienten.

Fibröse Knochendysplasie:

Bei einem Patienten im Alter von 32 Jahren und einer Patientin im Alter von 14 Jahren zeigte der Scan im ersten Fall eine fleckförmig vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten ventralen Thorax und im zweiten Fall eine umschriebene, gering vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der linken Tibia. Vergleichende Röntgenaufnahmen zeigten bei dem ersten Patienten eine tomatengroße Auftreibung der ventralen 3 Rippe rechts und bei der Patientin eine cystische Aufhellung am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel der linken Tibia. Die Histologie ergab bei beiden Patienten eine fibröse Knochendysplasie. Beide Patienten klagten über Schmerzen in der betreffenden Skelettregion. Die alkalische Phosphatase war bei dem Patienten im Bereich der Norm und bei der Patientin leicht erhöht.

Aneurysmatische Knochencysten:

Bei einem 13-jährigen Patienten zeigten Röntgenaufnahmen des Beckens und des os sacrum eine ausgeprägte ossäre Destruktion im Bereich des 2 und 3 Kreuzbeinsegmentes, die als osteogenes Sarkom gewertet wurde. Die Skelettszintigraphie ergab hierbei eine mäßig verstärkte Aktivitätsanreicherung in den oberen und mittleren Anteilen des os sacrum. Eine im Bereich des os sacrum durchgeführte Operation ergab histologisch eine aneurysmatische Knochencyste. Der Patient klagte über Schmerzen in der betroffenen Skelettregion. Die alkalische Phosphatase wurde nicht bestimmt.

Bei der zweiten 16-jährigen Patientin zeigten Röntgenaufnahmen des rechten Femur einen Corticalisdefekt, ca. 10 cm unterhalb des Trochanter major, und einen hühnereigroßen, scharf begrenzten osteolytischen Defekt. Im Scan fand sich eine erheblich vermehrte Aktivitätsanreicherung im proximalen Femur rechts. Eine PE des rechten Femur ergab histologisch eine aneurysmatische Knochencyste. Der Patient klagte über Schmerzen im rechten Bein. Die alkalische Phosphatase lag im Bereich der Norm.

Knochenhämangiom:

34-jähriger Patient, der nach einem Stoß gegen die rechte Stirnseite über starke Schmerzen im Bereich der rechten Schädelhälfte klagte. Klinisch fand man einen druckschmerzhaften Tumor, der auf der Unterlage nicht verschieblich war. Röntgenaufnahmen des Schädels in 2 Ebenen zeigten eine runde Aufhellung rechts frontal oberhalb der Stirnhöhle mit etwas unscharfer Begrenzung ohne wesentliche reaktive Sklerosierung der Umgebung. Der Scan ergab eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung rechts frontobasal. Eine anschließend durchgeführte Operation ergab histologisch ein kavernöses Hämangiom. Die alkalische Phosphatase war nicht bestimmt worden.

Riesenzelltumor:

14-jähriger Junge, bei dem eine Röntgenaufnahme des rechten Handgelenkes in 2 Ebenen eine cystoide Destruktion der distalen Ulna rechts über eine Länge von 5 cm zeigte. Im Bereich der cystoiden Deformie-

nung fanden sich teilweise sklerosierende Randsäume und eine teilweise unregelmäßige flauere Begrenzung. Der Scan zeigte im Bereich der distalen Ulna eine nicht sehr intensive Anreicherung. Der Patient klagte über Schmerzen im Bereich des rechten Handgelenkes. Die alkalische Phosphatase wurde nicht bestimmt. Bei der Ausräumung des Tumors und Spongiosaauffüllung wurde histologisch ein Riesenzelltumor gesichert.

Osteoid-Osteom:

22-jähriger Patient, der über krampfartige Schmerzen an der Außenseite des linken Oberschenkels klagte. Röntgenaufnahmen beider Oberschenkel und Schichtaufnahmen des linken proximalen Oberschenkels zeigten eine Verbreiterung der Corticalis und eine leicht vermehrte Sklerosierung der Compacta- sowie Spongiosaschicht. Es wurde der Verdacht auf ein Osteoid-Osteom ausgesprochen. Der Scan zeigte eine intensiv vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des linken proximalen Femurdrittels. Die bei der anschließend durchgeführten Operation gewonnene Histologie ergab ein Osteoid-Osteom. Die alkalische Phosphatase lag im Bereich der Norm.

Osteogenes Sarkom:

In der hier vorliegenden Untersuchung wurde bei 9 Patienten mit einem bekannten osteogenen Sarkom eine Skelettszintigraphie veranlaßt. Die Diagnose osteogenes Sarkom war bei allen 9 Patienten histologisch gesichert. Bei 1 dieser 9 Patienten wurde eine Skelettszintigraphie nach Beinamputation und bei 4 Patienten nach lokaler Ausräumung des Tumors durchgeführt. Bei den restlichen 4 Patienten war zum Zeitpunkt der Skelettszintigraphie noch keine Ausräumung oder Amputation vorgenommen worden. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 34 Jahre. Der jüngste Patient war 11 Jahre, der älteste Patient war 76 Jahre alt.

b) negative Scans:

Von 9 szintigraphisch untersuchten Patienten zeigte der zur Metastasensuche durchgeführte Scan bei 1 Patienten keine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung. Bei diesem Patienten war 5 Jahre vor der durchgeführten Skelettszintigraphie eine Beinamputation wegen eines osteogenen Sarkoms durchgeführt worden. Röntgenaufnahmen des Schädels, der WS, des Beckens und des knöchernen Thorax ergaben ebenfalls keinen Anhalt für eine ossäre Metastasierung. Der Patient klagte über Rückenschmerzen. Die alkalische Phosphatase war erhöht.

b) positive Scans:

Von den 9 durchgeführten Knochenszintigraphien zeigte der Scan bei 3 Patienten eine solitär vermehrte Aktivitätsanreicherung und bei 5 Patienten eine multiple, pathologische Aktivitätsanreicherung in verschiedenen Skelettregionen.

Unter den 3 Patienten mit einer solitär vermehrten Aktivitätsanreicherung fand sich 1 Patient, dessen Skelettszintigraphie nach Resektion des linken Unterkiefers wegen eines osteogenen Sarkoms durchgeführt wurde. Der Scan zeigte eine intensive Aktivitätsanreicherung im Bereich der Protuberantia mentalis. Röntgenaufnahmen dieser Region waren ohne Befund. Die alkalische Phosphatase lag im Bereich der Norm. Bei 2 von 3 Patienten mit einer solitär vermehrten Aktivitätsanreicherung stimmte der szintigraphische Befund von der Lokalisation her mit dem Röntgenbefund überein, der für ein osteogenes Sarkom sprach. Die Diagnose osteogenes Sarkom wurde bei diesen beiden Patienten durch die durchgeführte Operation histologisch gesichert. Bei 1 dieser 2 Patienten lagen neben den Röntgenaufnahmen der tumortragenden Skelettregion noch zusätzliche Aufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS, des Beckens, der O' und U' Extremität vor, die jedoch keine ossäre Metastasierung erkennen ließen. Die Skelettsymptomatik war bei beiden Patienten auffällig. Die alkalische Phosphatase war bei 1 Patienten erhöht und bei dem zweiten Patienten nicht bestimmt worden.

Bei den 5 Patienten mit multiplen, pathologischen Aktivitätsanreicherungen in verschiedenen Skelettregionen fanden sich 3 Patienten, deren Skelettszintigraphie erst nach Ausräumung eines osteogenen Sarkoms veranlaßt wurde. Bei 2 dieser 3 Patienten zeigte der Scan eine vermehrte Aktivitätsanreicherung in der Umgebung der Resektionsstelle. Vergleichende Röntgenaufnahmen dieser Regionen zeigten eine inhomogene Knochenstruktur und Unschärfen, die für ein Rezidiv sprachen. Bei allen 3 Patienten lagen zusätzliche Röntgenaufnahmen der übrigen Skelettregionen vor, in denen der Scan zusätzlich eine vermehrte Anreicherung zeigte. Bei 1 dieser 3 Patienten war der positive Szintigraphiebefund auf benigne Erkrankungen zurückzuführen und bei den übrigen Patienten wiesen die Röntgenaufnahmen ossäre Metastasen nach. Alle 3 Patienten klagten über Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase wurde bei 2 dieser 3 Patienten bestimmt und war bei 1 Patienten erhöht und in einem Fall ohne Befund.

Bei 2 der 5 Patienten mit multiplen, pathologischen Aktivitätsanreicherungen war die Skelettszintigraphie zu einem Zeitpunkt durchgeführt worden, an dem noch keine operative Therapie des osteogenen Tumors erfolgt war. Bei beiden Patienten stimmte der szintigraphische Befund von der Lokalisation her mit dem Röntgenbefund überein, der für ein osteogenes Sarkom sprach. Die Diagnose osteogenes Sarkom wurde bei 1 Patienten durch eine PE und bei dem anderen Patienten durch eine im Anschluß an die szintigraphische Untersuchung durchgeführte Operation histologisch gesichert. Bei beiden Patienten lagen Röntgenaufnahmen der übrigen Skelettregionen vor, in denen der Scan zusätzlich eine vermehrte Aktivitätsanreicherung zeigte. Bei 1 dieser 2 Patienten wiesen die korrelierenden Röntgenaufnahmen ossäre Metastasen nach und bei dem anderen Patienten wurde röntgenologisch kein pathologischer Befund erhoben. Beide Patienten hatten Skelettschmerzen. Die alkalische Phosphatase war bei einem Patienten erhöht und lag bei einem weiteren Patienten im Bereich der Norm.

Ewing Sarkom:

Fall I: Bei einem 10-jährigen Jungen war 4 Monate vor der szintigraphischen Untersuchung ein Ewing Sarkom der rechten Beckenschaufel histologisch gesichert worden. Das Kind wurde daraufhin mit Strahlentherapie und Endoxan behandelt. Zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung klagte der Junge über Schmerzen im Bereich des Kreuzbeins. Die untere BWS und die rechte Beckenschaufel waren klopfschmerzhaft. Die Skelettszintigraphie der WS und des Beckens zeigte eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich der mittleren BWS und des rechten os ileum nahe des Ileosacralgelenkes. Röntgenaufnahmen der WS, des Beckens und des knöchernen Thorax wiesen Osteolysen im Bereich des 8 BWK und der rechten Beckenschaufel nach, wobei nach medial die Grenze zum Ileosacralgelenk hin unscharf erschien. Die alkalische Phosphatase war im Bereich der Norm.

Fall II: 3-jähriges Mädchen, dessen stationäre Aufnahme in die Kinderklinik erfolgte, weil es nicht mehr laufen konnte. Die durchgeführte Skelettszintigraphie zeigte eine pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des proximalen Oberschenkels rechts. (Abb. 5) Röntgenaufnahmen beider Oberschenkel zeigten eine unregelmäßige Struktur im Bereich des proximalen Oberschenkels rechts mit osteolytischen und sklerosierenden Veränderungen. Zusätzlich durchgeführte Röntgenaufnahmen des Schädels, des knöchernen Thorax, der WS und der O'Ex-tremität zeigten keinen pathologischen Befund. Die alkalische Phosphatase war erhöht. Die im Bereich der kranken Skelettregion durchgeführte PE sicherte histologisch ein Ewing Sarkom.



Abb. 5 Stark pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des proximalen Oberschenkels rechts bei röntgenologisch und histologisch gesichertem Ewing-Sarkom.

7. Verlaufsbeobachtung:

Die Anzahl der Verlaufsuntersuchungen, die bei szintigraphisch positivem und röntgenologisch negativem Korrelat über ein längeres Zeitintervall durchgeführt wurden, waren zum Zeitpunkt unserer Studie noch gering. An Hand ausgewählter Fälle unseres Untersuchungsgutes soll daher der Wert der Skelettszintigraphie für die Frühdiagnose ossärer Skelettmetastasen belegt werden.

Fall I:

Patient: P.; 23 Jahre

Klinische Diagnose:

Schmincke Tumor mit Metastasen in den regionären Lymphknoten. Histologisch durch Exstirpation eines Lymphknotens gesichert. Seitdem Strahlentherapie.

Klinischer Befund:

Während des stationären Aufenthaltes hatte der Patient Schmerzen in beiden Oberschenkeln.

Szintigraphischer Befund:

Intensive Aktivitätsanreicherung im Bereich der Schädelbasis links. Diskrete Aktivitätsanreicherung im Bereich der oberen BWS und in Höhe von L₁. Ausgeprägte Aktivitätsanreicherung im Bereich des linken Darmbeines und der linken Ileosacralfuge.

Röntgenologischer Befund:

Die vergleichenden Röntgenaufnahmen der Skelettregionen mit vermehrter Aktivitätsanreicherung zeigten zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung keinen pathologischen Befund. Röntgenaufnahmen der LWS, des Beckens und beider Oberschenkel ergaben 3 Monate später den Verdacht auf eine Metastasierung im Bereich des linken os ileum.

Laboratoriumsdiagnostischer Befund:

BSG: 69/97

A. P. : erhöht

Epikrise:

Für das Vorliegen von Skelettmetastasen sprach der szintigraphische Befund und die erhöhte alkalische Phosphatase im Serum. Mit Hilfe des Knochenscans gelang es, eine Skelettmetastasierung im Bereich des linken os ileum 3 Monate früher aufzudecken, als durch entsprechende Röntgenaufnahmen.

Fall II:

Patient: R.; 56 Jahre

Klinische Diagnose:

Zustand nach Mamma-Radikal-Operation links und rechts. Status nach Strahlentherapie rechts.

Klinischer Befund:

Die Patientin hatte starke Schmerzen im Bereich des linken unteren Hemithorax und der LWS.

Szintigraphischer Befund:

Scharf begrenzte, vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten Sprunggelenkes und im mittleren Anteil der LWS. (Abb. 6)

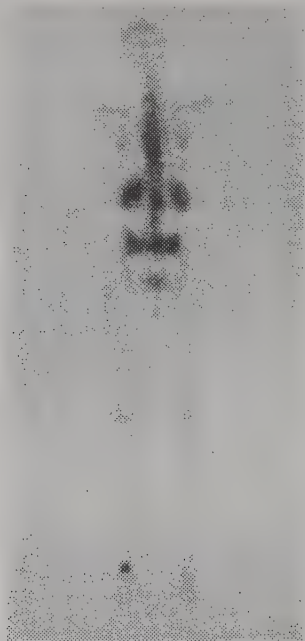
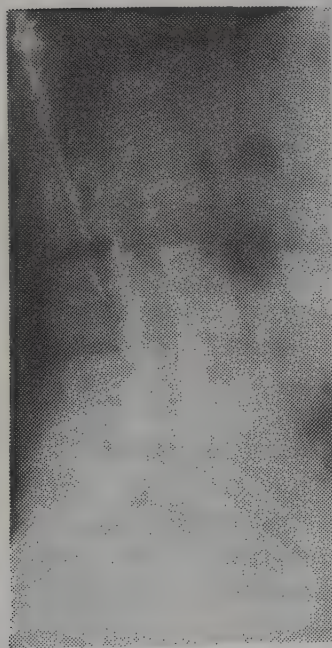


Abb. 6: Pathologisch vermehrte Aktivitätsanreicherung im Bereich des rechten Sprunggelenkes und der mittleren LWS bei röntgenologischem unauffälligem Befund der LWS

Röntgenologischer Befund:

Röntgenaufnahmen der WS und beider Sprunggelenke ließen im Bereich der WS keine pathologischen Veränderungen und im Bereich des rechten oberen Sprunggelenkes eine Arthrosis deformans erkennen. (Abb. 7) Eine 6 Monate später angefertigte Röntgenaufnahme der LWS zeigte eine Metastase im Bereich des LWK₂. (Abb. 8)



a)



b)

Abb. 7 Seitliche (a) und a.p. Aufnahmen (b) der LWS zum Zeitpunkt der Skelettszintigraphie lassen keine Skelettmetastasen erkennen.



Abb. 8

Abb. 8 Die 6 Monate nach der Skelettszintigraphie durchgeführte seitliche Röntgenaufnahme der LWS zeigt einen metastatischen Befall des 2 LWK.

Laboratoriumsdiagnostischer Befund:

A.P.: erhöht

Epikrise:

Die Skelettszintigraphie, die alkalische Phosphatase und Schmerzen im Bereich der LWS sprachen für eine Skelettmetastasierung. Röntgenologisch zeigte sich der metastatische Befall der LWS erst 6 Monate nach der Skelettszintigraphie.

Fall III:Patient: W.; 37 JahreKlinische Diagnose:

Mamma Ca im Stadium Steinthal II. Status nach Mamma-Radikal-Operation rechts und Strahlentherapie.

Szintigraphischer Befund:

Deutlich verstärkte Aktivitätsanreicherungen im oberen Anteil der LWS, im unteren Anteil der BWS und im linksseitigen Beckenanteil.

Klinischer Befund:

Der Patient klagte über Schmerzen in beiden Hüften. Die BWS war klopfschmerzhaft.

Röntgenologischer Befund:

Vergleichende Röntgenaufnahmen der Skelettregionen mit vermehrter Aktivitätsanreicherung zeigten teils osteolytische, teils osteoblastische Metastasen im Bereich der linken Beckenschaufel, eine Spondylosis deformans im Bereich der BWS sowie den Verdacht auf einen osteolytischen Prozeß im Bereich der LWK₁. Röntgenaufnahmen der B- und LWS 4 Monate später ließen eine diffuse osteolytische Metastasierung im Bereich der LWS erkennen, mit Verdacht auf eine osteolytische Metastasierung im Bereich des BWK₄ und 10°.

Laboratoriumsdiagnostischer Befund:

BSG: 66/86

A.P.: ohne Befund

Epikrise:

Die Skelettszintigraphie war bei diesem Patienten in der Lage, einen zweifelhaften Röntgenbefund (LWK₁) zu bestätigen und verrät zusätzlich die Lokalisation von Skelettmetastasen in anderen Skelettregionen (BWS), die zum Zeitpunkt der szintigraphischen Untersuchung röntgenologisch unverdächtig erschienen.

Fall IV:Patient: N.; 63 JahreKlinische Diagnose:

Histologisch gesichertes Prostata Ca. Zustand nach Orchi-
ektomie, Bestrahlung und hormoneller Therapie.

Klinischer Befund:

Der Patient klagte über keine Skelettschmerzen.

Szintigraphischer Befund:

Verstärkte Aktivitätsanreicherung im Bereich der BWS und des
Beckens beidseits.

Röntgenologischer Befund:

Röntgenaufnahmen der BWS, LWS und des Beckens ließen keine
pathologischen Veränderungen erkennen. Die 2 Monate später
durchgeführten Röntgenaufnahmen des Beckens ließen eine
osteoblastische Metastasierung des knöchernen Beckenringes
erkennen.

Laboratoriumsdiagnostischer Befund:

A.P.: erhöht

Epikrise:

Für das Vorliegen von Skelettmetastasen sprach die Skelett-
szintigraphie und die erhöhte alkalische Phosphatase. Auch
hier war der Röntgen-Befund erst 2 Monate später positiv.

8. Diskussion der eigenen Ergebnisse im Vergleich zur Literatur

8.1. Patienten mit Skelettmetastasen

Ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der Röntgendiagnostik und der Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -Phosphatverbindungen bei einer größeren Anzahl von Patienten mit Skelettmetastasen wurde von BARRETT (3) und KRISHNANURTHY (42) durchgeführt. Beide Autoren konnten bei ihrer Studie nachweisen, daß die Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -Phosphatverbindungen bei der Suche nach Skelettmetastasen eine empfindlichere Methode als die Röntgendiagnostik darstellt..

In der hier vorliegenden Arbeit war bei 381 von 490 Patienten ein Vergleich zwischen Skelettszintigraphie und Röntgendiagnostik möglich. Bei 43 (11%) Patienten ergaben beide Untersuchungsmethoden keinen pathologischen Befund und bei 11 (3%) Patienten zeigte das Röntgenbild bei szintigraphisch unauffälligem Befund Skelettmetastasen. BARRETT (3) untersuchte 90 Patienten mit Tc-Polyphosphat und fand in 4% der Fälle im Scan keine Aktivitätsanreicherung bei röntgenologischem Nachweis von Skelettmetastasen. Über 1-3% falsch negativer Ergebnisse nach Applikation von Strontiumverbindungen wird von DeNARDO (22), LEGGE (43) und MILNER (46) berichtet. Die in unserem Patientengut vorkommenden falsch negativen Szintigraphiebefunde datieren zum größten Teil aus dem Jahre 1973. Ein Vergleich der Bildqualität der Skelettszintigraphien des Jahres 1973 mit der der Jahre 1974 bis 1976 ließ eine deutliche Besserung der bildlichen Darstellung von Skelettläsionen der späteren Jahre erkennen, die zu einer wesentlichen Reduzierung der falsch negativen Befunde geführt hat. Aus der Literatur (19) ist auch bekannt, daß immer falsch negative Befunde möglich sind, da reine Osteolysen bei fehlender reaktiver Knochenbildung nicht speichern.

Beide Untersuchungsmethoden zeigten in unserer Studie bei 111 (29%) Patienten eine Skelettmetastasierung und bei 31 (8%) Patienten war die Szintigraphie in der Lage, einen zweifelhaften Röntgenbefund, bei dem nur der Verdacht auf eine Skelettmetastasierung geäußert wurde, zu sichern. KRISHNANURTHY (42) fand nach Applikation von Tc-Polyphosphat bei 36 von 90 Patienten (40%) mit röntgenologisch gesicherten Skelettmetastasen eine vermehrte Aktivitätsanreicherung im Scan. Bei den Patienten mit gesicherten Skelettmetastasen fand sich szintigraphisch ein umfangreicherer Skelettbefall als auf vergleichenden Rönt-

Mit 35% war der Anteil szintigraphisch positiver Befunde bei röntgenologischen Nachweis von degenerativen Erkrankungen relativ hoch. Dies bestätigt die Ansicht von BARRETT (3) und PFANNENSTIEL (50), die in ihren klinischen Untersuchungen mit Tc-Phosphatverbindungen darauf hinweisen, daß ein Zusammenwirken von Röntgen und Skelettszintigraphie unerlässlich ist, um bei szintigraphisch positivem Befund eine benigne Läsion auszuschließen.

Die Anzahl der Skelettszintigraphien mit einer Aktivitätsanreicherung ohne entsprechende röntgenologisch pathologischen Veränderungen schwankt in den meisten klinischen Studien zwischen 10 und 30%. SKLAROFF (55) berichtet über 1.000 Patienten ohne auffälligen Röntgenbefund, von denen 20% eine Aktivitätsanreicherung im Scan zeigten. In den Untersuchungen von WILLIAMS (64) und FABER (25) hatten 25% aller Patienten mit einem Prostata-Ca einen positiven Szintigraphiebefund ohne entsprechendes Röntgenkorrelat. KRISHNAMURTHY (42) findet in seiner Studie bei 11% seiner Patienten eine Aktivitätsanreicherung im Scan ohne auffälligen Röntgenbefund. Die Anzahl der Patienten mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung im Scan ohne entsprechenden Röntgenbefund beträgt in dem eigenen Patientengut 13%. Da zum Zeitpunkt unserer Untersuchung die Anzahl der Verlaufsbeobachtungen sehr gering war, war eine abschließende Beurteilung, ob der szintigraphische Befund ein früher Hinweis für eine Skelettmetastasierung oder falsch positiv war, nicht möglich. Hinweise für die Richtigkeit dieser Annahme ergeben sich jedoch aus den Fallbeispielen und Angaben in der Literatur.

Die klinische Skelettsymptomatik und der Wert der alkalischen Phosphatase erwiesen sich bei der Suche nach Skelettmetastasen als unzuverlässige Parameter. Bei Patienten mit szintigraphisch und röntgenologisch gesicherten Metastasen klagten nur 55% der Patienten über Schmerzen in der betroffenen Skelettregion und die alkalische Phosphatase war nur bei der Hälfte der Patienten erhöht. BESSLER (9) fand in einer vergleichenden Untersuchung zwischen Skelettszintigraphie und dem Wert der alkalischen Phosphatase bei 200 Patienten mit malignen Skeletterkrankungen eine Erhöhung der alkalischen Phosphatase in 56% der Fälle. Auffallend bei unseren Untersuchungen war auch, daß bei 85 Patienten mit degenerativen Erkrankungen die alkalische Phosphatase 11 mal erhöht war.

8.2. Patienten mit Systemerkrankungen:

Die Angaben in der Literatur über Skelettszintigraphien bei Patienten mit Erkrankungen der Granulopoese und des lymphoreticulären Systems sind gering. Über Aktivitätsanreicherungen bei einzelnen M. Hodgkin- und Lymphom-Patienten nach i.v. Applikation von ^{85}Sr berichten verschiedene Autoren. (7,14,22,43) Eine größere Anzahl von Lymphom- und M. Hodgkin-Patienten wurde von SHIRAZI (53) nach i.v. Injektion von $^{18}\text{-F}$ und von HERBERT (36) nach Applikation von ^{85}Sr untersucht. PFANNENSTIEL (50) und HENNE (38) fanden bei Plasmocytom-Patienten nach Anwendung von Tc-Polyphosphatverbindungen und BESSLER (9) nach Applikation von ^{85}Sr eine vermehrte Aktivitätsanreicherung.

Ein Vergleich zwischen Skelettszintigraphie und Röntgen war in der vorliegenden Untersuchung bei 68 von 84 Patienten möglich. Bei 16 (24%) Patienten ergaben beide Untersuchungsmethoden keinen pathologischen Befund und bei 5 (7%) Patienten zeigte das Röntgenbild bei szintigraphisch unauffälligem Befund eine Skelettmetastasierung. Bei den Patienten mit szintigraphisch unauffälligem Befund handelte es sich um 2 Patienten mit einer akuten Leukämie, 1 Patienten mit einem Plasmocytom, 1 Patienten mit malignem Lymphom und 1 Patienten mit einer Histiocytose. CHARLES (19) weist in seinen klinischen Studien darauf hin, daß Osteolysen dem Scan entgehen können, wenn bioptisch bei umfassender Destruktion eine reaktive Knochenbildung fehlt. Dies ist besonders bei schnell wachsenden Tumoren, wie dem Reticulosarkom der Fall. Aus der Literatur ist auch bekannt, daß auch nach Hormon- und Strahlentherapie "falsch negative" Scans auftreten können. (34,35) Eine Hormon- und Strahlentherapie war in unserer Studie bei 1 Patienten mit Histiocytose, bei dem das Röntgenbild nur angedeutet Osteolysen des Schädels zeigte, vorausgegangen.

Bei 39 Patienten (57%) fielen beide Untersuchungsmethoden pathologisch aus. Dabei war wiederum auffallend, daß eine große Anzahl der szintigraphisch positiven Befunde auf benigne Skeletterkrankungen, besonders degenerative, zurückzuführen war. Dies war bei 17 von 39 (25%) Patienten der Fall. Bei 16 (24%) Patienten war der szintigraphisch positive

Befund röntgenologisch eindeutig auf eine ossäre Metastasierung zurückzuführen und bei 6 Patienten wurde auf Grund eines nicht eindeutigen Röntgen-Befundes der Verdacht auf eine Skelettmastasierung geäußert. Die Skelettszintigraphie war hier in der Lage, einen zweifelhaften Röntgen-Befund zu klären. HARBERT (36), der bei 51 M. Hodgkin Patienten die Ergebnisse der ^{85}Sr -Skelettszintigraphie mit denen der Röntgen-Untersuchung verglich, fand bei 8 von 51 (16%) Patienten eine vermehrte Aktivitätsanreicherung in Skelettregionen mit röntgenologisch nachgewiesenen Metastasen. SHIRAZI (55) erlangte nach i.v. Injektion von ^{18}F mit 46% ein besseres Ergebnis.

Szintigraphisch positive Befunde ohne entsprechendes Röntgenkorrelat fanden sich bei 8 (12%) von 68 Patienten. HARBERT (36) kommt in seiner Studie zu einem identischen Ergebnis. Bei 7 dieser 8 Patienten standen keine Biopsiebefunde und keine über längere Zeit durchgeführten Röntgen-Untersuchungen zur Verfügung, so daß die endgültige Beurteilung dieser Befunde offen bleiben muß. Lediglich bei 1 Patienten zeigten 4 Monate später durchgeführte Röntgenaufnahmen Osteolysen in szintigraphisch positiven Skelettregionen.

Der Wert der alkalischen Phosphatase und die klinische Skelettsymptomatik erwiesen sich bei der Suche nach einer knöchernen Beteiligung der Systemerkrankung als unspezifisch. Bei 16 Patienten mit szintigraphisch und röntgenologisch unauffälligem Befund war der Wert der alkalischen Phosphatase 7 mal erhöht. Bemerkenswert war auch die große Zahl von erhöhten Phosphatase-Werten bei rein degenerativen Erkrankungen. Der hohe Anteil erhöhter Werte der alkalischen Phosphatase bei Patienten ohne einen Anhalt für eine Skelettbeteiligung läßt vermuten, daß bei diesen Patienten eine Lebererkrankung vorlag. Andererseits war der Wert der alkalischen Phosphatase bei 17 Patienten mit Skelettmastasen, bei denen die alkalische Phosphatase bestimmt wurde, nur 6 mal erhöht. Über Skelettschmerzen in Skelettregionen mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung klagte die Hälfte der Patienten.

8.3. Patienten mit primären Knochentumoren

8.3.1. benigne Knochentumoren:

Eine szintigraphisch faßbar vermehrte Speicherung der osteotropen Radionukliden konnte bei zahlreichen gutartigen Knochentumoren festgestellt werden. (35,23,51,62,8,17) Neben anderen berichtet HENNE (38) über positiv szintigraphische Befunde mit Tc-Phosphatverbindungen bei benignen Knochentumoren.

In der vorliegenden Untersuchung konnte bei 26 von 27 Patienten (96%) mit einem benignen Knochentumor eine verstärkte Aktivitätsanreicherung festgestellt werden. Lediglich 1 Patient mit einem röntgenologisch und histologisch gesicherten, nicht ossifizierendem Fibrom war szintigraphisch unauffällig. Bei unseren Patienten bot die Skelettszintigraphie bezüglich der Artdiagnose der Primärläsion keine sichere Information. Ausdehnung und Sitz des Knochentumors wurde röntgenologisch ebenso gut erfaßt. Ein Vergleich der Intensität der Aktivitätsanreicherung bei benignen Knochentumoren mit der bei malignen Knochentumoren ließ bei benignen Knochentumoren in der Regel eine geringere Aktivitätsanreicherung im Scan erkennen.

KEYL (41) und FRANKEL (31) weisen in ihren klinischen Studien auf die Bedeutung der Skelettszintigraphie für die postoperative Verlaufskontrolle hin. In unserem Krankengut fanden sich 3 Patienten und zwar 2 Patienten mit einem Chondrom und 1 Patient mit einem nicht ossifizierendem Fibrom, deren Skelettszintigraphie mehrere Jahre nach Operation eines Knochentumors durchgeführt wurde. Die Skelettszintigraphie war hier positiv und konnte somit als Hinweis für ein Rezidiv gewertet werden. DREYER und GEORGI (23) weisen darauf hin, daß der Einsatz der Szintigraphie zur Verlaufskontrolle nach operativer Behandlung aber begrenzt ist, da eine operationsbedingte Erhöhung der lokalen Radiostrontium-Einbaurate über mehrere Monate bestehen kann. Bei unseren Patienten lag die Operation jedoch einige Jahre zurück, so daß die noch bestehende Aktivitätsanreicherung für ein erneutes aktives Tumorstadium sprach.

Die Übereinstimmung zwischen der klinischen Skelettsymptomatik und Skelettregionen mit einer vermehrten Aktivitätsanreicherung war gut.

26 von 27 Patienten klagten über Skelettschmerzen in den befallenen Skelettabschnitten. Der Wert der alkalischen Phosphatase war weniger aussagekräftig. Sie wurde bei 16 Patienten bestimmt und war nur bei 3 von 16 Patienten erhöht.

8.3.2. maligne Knochentumoren:

Seit TREADWELL (61) Ca_{45} und ^{89}Sr Aktivitätsanreicherungen in osteogenen Sarkomen und im Ewing-Sarkom demonstrieren konnte, liegen zahlreiche szintigraphische Untersuchungen mit verschiedenen osteotropen Radionukliden bei Patienten mit malignen Knochentumoren vor. SHIRAZI (53) fand nach Applikation von ^{18}F bei 4 von 12 Patienten mit einem Ewing-Sarkom und bei 6 von 9 Patienten mit einem osteogenen Sarkom eine szintigraphisch nachweisbare multiple Skelettmetastasierung. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten FRANKEL (31) und McNEIL (44). Eine Aktivitätsanreicherung mit Tc-Polyphosphatverbindungen bei 4 Patienten mit einem osteogenen Sarkom wurde von HEERFORDT (37) nachgewiesen.

Verschiedene Autoren (14,15,41,50) weisen in klinischen Studien darauf hin, daß die klinische Bedeutung der Skelettszintigraphie bei diesen Erkrankungen in der Suche nach weiteren Skelettmetastasen und in posttherapeutischen Verlaufskontrollen besteht. In unserer Studie fand sich bei 3 von 9 Patienten mit einem osteogenen Sarkom und bei 1 von 2 Ewing-Sarkom-Patienten in verschiedenen Skelettregionen multiple Bezirke mit verstärktem Knochenumbau. Röntgen-Aufnahmen dieser Skelettregionen mit positiven Szintigraphiebefund ließen eine Skelettmetastasierung erkennen. Unter den 9 Patienten mit osteogenem Sarkom waren 4 Patienten, deren Skelettszintigraphie nach Resektion des Knochentumors durchgeführt wurde. Bei 3 dieser 4 Patienten fanden sich noch eine verstärkte Aktivitätsanreicherung im Bereich der Resektionsstelle. Bei 1 dieser 3 Patienten war die Skelettszintigraphie unmittelbar nach der Resektion veranlaßt worden, sodaß die Anreicherung noch operationsbedingt war, zumal das Röntgenbild keine pathologischen Veränderungen in der Umgebung der Resektionsstelle erkennen ließ. Über operationsbedingte Aktivitätsanreicherungen berichtet

DREYER (23) bei einzelnen Patienten mit Knochenmalignomen. Bei den übrigen Patienten lag die Operation mehrere Jahre zurück, sodaß hier der positive szintigraphische Befund für ein aktives Tumorstadium sprach.

Die von einigen Autoren (23,39,62) bei malignen Knochentumoren beschriebene größere szintigraphische Ausdehnung gegenüber dem Röntgen-Befund konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Bei 4 Patienten mit einem osteogenen Sarkom und bei 2 Ewing-Sarkom-Patienten, bei denen zum Zeitpunkt der Skelettszintigraphie noch keine Resektion des Primärtumors vorgenommen worden war, konnte die Primärläsion sowohl szintigraphisch als auch röntgenologisch in gleicher Ausdehnung erfaßt werden.

IX. Zusammenfassung:

In der vorliegenden Arbeit wurde bei 612 Patienten der Universitätsklinik Mainz die klinische Bedeutung der Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -markierten Phosphorverbindungen untersucht.

Die Vorteile der ^{99m}Tc -markierten Phosphorverbindungen als knochenaffine Radiopharmaka liegen in ihrer geringen Strahlenbelastung, in der leichten Herstellbarkeit mit kommerziell erhältlichen Reagenzien-sätzen und in der guten technischen Qualität der Szintigramme sowohl mit der Gammakamera als auch mit dem Scanner.

Bei dem Patientengut war die Mehrzahl der "falsch negativen" szintigraphischen Befunde bei röntgenologischem Nachweis von Skelettmetastasen auf die schlechte technische Qualität der ersten Szintigramme zurückzuführen, die 1973 angefertigt wurden.

Szintigraphisch positive Befunde waren in unserem Beobachtungsgut relativ häufig nicht auf eine Skelettmetastasierung, sondern auf degenerative Erkrankungen zurückzuführen. Die Skelettszintigraphie war bei vielen Patienten in der Lage, einen zweifelhaften Röntgen-Befund, der den Verdacht auf eine Skelettmetastasierung ergab, zu klären. Bei Patienten mit gesicherten Skelettmetastasen war der Skelettbefall szintigraphisch oft umfangreicher als auf den vergleichenden Röntgenaufnahmen.

Der hohe Anteil szintigraphisch positiver Befunde bei röntgenologisch unauffälligem Befund in unserer Studie macht den Wert von regelmäßigen Verlaufskontrollen deutlich. Bei 4 ausgewählten Patienten unseres Untersuchungsgutes mit entsprechend langer Verlaufskontrolle war die Szintigraphie zwischen 2 und 6 Monate früher positiv als das Röntgenbild.

Bei benignen Knochentumoren erbrachte die Skelettszintigraphie im Vergleich zur Röntgendiagnostik keine zusätzliche Information. Ihre Bedeutung bei malignen Knochentumoren lag in der Suche nach Skelettmetastasen. Von besonderem Wert erwies sich die Skelettszintigraphie bei der posttherapeutischen Verlaufskontrolle benigner und maligner Knochentumoren.

Der Wert der alkalischen Phosphatase und die klinische Skelettsymptomatik erwiesen sich bei der Suche nach Skelettmetastasen als unzuverlässige Parameter.

1. APPLGREN, L., Y. ERICSSON u.S. ULLBERG
A comparison of the distribution of radioactive fluorine and calcium by use of double isotope autoradiography
Acta Physiologica Scandinavia 53 (1961) 339

2. BACHMANN, A.L. u. E.E. SPROUL
Correlation of radiographic and autopsy findings in suspected metastases in the spine
Bulletin of the New York Academy of Medicine 31 (1955) 146

3. BARRETT, J.J. u. P.H.S. SMITH
Bone imaging with $^{99}\text{Tc}^m$ polyphosphate: a comparison with ^{18}F and skeletal radiography
British Journal of Radiology 47 (1974) 387

4. BAUER, G.C.H. u. R.D. RAY
Kinetics of strontium metabolism in man
J. Bone Jt. Surg. 40A (1958) 171

5. BAUER, G.C.H. u. B. WENDEBERG
External counting of Ca 47 and Sr 85 in studies of localized skeletal lesions in man
J. Bone and Joint Surgery 41-B (1959) 558

6. BELL, E.G.
Nuclear medicine and skeletal disease
Hospital Practice 7 (1972) 49

7. BENOIT, F.L., J.F. TORRES u. R.E. PETERSON
Whole body survey scintiscanning for bone metastases
Journal of Nuclear Medicine 9 (1968) 303

8. BESSLER, W.T.
Skeletal scintigraphy as an aid in practical roentgenographic diagnosis
Am. J. Roentgenol. 102 (1968) 899

9. BESSLER, W.T.
Röntgenologische und szintigraphische Diagnose von Skelett-
erkrankungen im Vergleich zur alkalischen Phosphataseaktivi-
tät im Serum
Schweiz. med. Wschr. 104 (1974) 333

10. BESSLER, W. T.
Die Skelettszintigraphie
Schweiz. med. Wschr. 105 (1975) 175

11. BLAU, M., W. NAGLER u. M. A. BENDER
Fluorine 18: A new isotope for bone scanning
J. Nucl. Med. 3 (1962) 332

12. BLAU, M., Y. LAOR u. M.A. BENDER
Isotope scanning with ^{18}F for the early detection of bone
tumours
In: Medical Radioisotope Scintigraphy Vol. 2 (1969) 341

13. BORAK, J.
Relationship between clinical and roentgenological findings
in bone metastases
Surg. Gynec. Obst. 75 (1942) 599

14. BRIGGS, R. C.
Detection of osseous metastases. Evaluation of bone scanning
with ^{85}Sr .
Cancer 20 (1967) 392

15. BÜLL, U. u. K. W. FREY
Nuklearmedizinische Methoden in der Diagnostik von Knochen-
erkrankungen
Internist 16 (1975) 353

16. CASTRONOVO, F. P. jr. u. R. J. CALLAHAN
New bone scanning agent: ^{99m}Tc -labelled 1-hydroxy-ethylidene-1,
1-disodium phosphonate
J. Nucl. Med. 13 (1972) 823

17. CHARKES, N. D. u. D. M. SKARLOFF
Early diagnosis of metastatic bone cancer by photoscanning
with Sr 85
J. Nucl. Med. 5 (1964) 168

18. CHARKES, N. D., D. M. SKARLOFF u. J. BIERLY
Detection of metastatic cancer to bone by scintiscanning with
Sr 87m
Amer. J. Roentgenol. 91 (1964) 1121

19. CHARKES, N. D., D. M. SKARLOFF u. I. M. YOUNG
A critical analysis of strontium bone scanning for detection
of metastatic cancer
American Journal of Roentgenology 96 (1966) 647

20. CHARKES, N. D., I. M. YOUNG u. SKARLOFF D. M.
The pathologic basis of the strontium bone scan
Journal of the American Medical Association 206 (1968) 2482

21. CHARKES, N. D.
Some differences between bone scans made with ^{87m}Sr and ^{85}Sr
J. Nucl. Med. 10 (1969) 491

22. DeNARDO, G. L., S. L. JACOBSON u. A. ROVENTOS
 ^{85}Sr bone scan in neoplastic disease
Seminars in Nuclear Medicine 2 (1972) 18

23. DREYER, J., P. GEORGI
Möglichkeiten und Grenzen der Skelettszintigraphie für die
Orthopädie
Aktuelle Orthopädie 4 (1972) 21

24. DWORKIN, H. J., N. F. MOON, R. J. LESSARD u. P.-D. LaFLEUR
A study of the metabolism of fluorine-18 in dogs and its
suitibility for bone scanning
J. Nucl. Med. 7 (1966) 510

25. FABER, D.D., G.E. WAHMAN, T.A. BAILLEY, R.H. FLOCKS u. R.T. MORRISON
An evaluation of the strontium ⁸⁵ scan for the detection and
localization of bone metastases from prostatic carcinoma
Journal of Urology 97 (1967) 526

26. FELS, I. G., E. KAPLAN, J. GRECO et al.
Incorporation in vivo of ³²P from condensed phosphates
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 100 (1959) 53

27. FLEISCH, H., R. G. G. RUSSEL u. F. STRAUMANN
Effect of pyrophosphate on hydroxy apatite and its implications
in calcium homeostasis
Nature 212 (1966) 901

28. FLEISCH, H., F. STRAUMANN, R. SCHENK, S. BISAZ u. M. ALLIGÖWER
Effect of condensed phosphates on calcification of chick embryo
femurs in tissue culture
Amer. J. Physiol. 211 (1966) 821

29. FLEISCH, H., R. G. G. RUSSEL u. M. D. FRANCIS
Diphosphonates inhibit hydroxy apatite dissolution in vitro
and bone resorption in tissue culture and in vivo
Science 165 (1969) 1262

30. FRANCIS, M. D., R. G. G. RUSSEL u. H. FLEISCH
Diphosphonates inhibit formation of calcium phosphate crystals
Science 165 (1969) 1264

31. FRANKEL, R. S., JONES, A. E. et al.
Clinical correlation of ⁶⁷Ga and skeletal whole body radionuclide
studies with radiography in Ewing's sarcoma
Radiology 110 (1974) 597

32. FRENCH, R. J. u. V. R. McCREADY
The use of ^{18}F for bone scanning
British J. of Radiology 40 (1967) 655

33. FREY, K. W., A. SONNTAG, M. S. SCHEYBANI, O. KRAUSS u. P. FUCHS
Knochen-Szintigraphie mit Strontium. Vergleichende Untersuchungen
zwischen Röntgendiagnostik u. Szintigraphie.
Fortschr. Röntgenstr. 106 (1967) 206

34. GREENBERG, E., E. O. ROTHSCCHILD et al.
Bone scanning for metastatic cancer with radioactive isotopes
Med. Clinics N. Am. 50 (1966) 701

35. GREENBERG, E., D. A. WEBER et al.
Detection of neoplastic bone lesions by quantitative scanning
and radiography
J. Nucl. Med. 9 (1968) 613

36. HARBERT, J. C. u. W. L. ASHBURN
Radiostrontium bone scanning in Hodgkin's disease
Cancer 22 (1968) 58

37. HEERFORDT, J., L. VISTISEN u. H. BOHR
Comparison of ^{18}F and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Polyphosphate in orthopedic
bone scintigraphy
J. Nucl. Med. 17 (1975) 98

38. HENNE, W., P. PFANNENSTIEL u. H. U. PIXBERG
Knochen- und Gelenkszintigraphie mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -markiertem Pyro-
phosphat bzw. Polyphosphat--ein vorläufiger Erfahrungsbericht.
Fortschr. Röntgenstr. 119,2 (1973) 187

39. HÖR, F., FREY K. W., KEYL, W., HERTEL, E.
Vergleich von Szintigraphie und Röntgendiagnostik bei
Osteomyelitis
Fortschr. Röntgenstr. 110 (1969) 708

40. KAPLAN, E., I. G. FELS, B. R. KOTLOWSKI et al.
Therapy of carcinoma of prostate metastatic to bone with P^{32}
labeled condensed phosphate
J. Nucl. Med. 1 (1960) 1
41. KEYL, W. u. G. HÖR
Angiographie, Szintigraphie und Thermographie bei Knochen-
tumoren
Münch. med. Wschr. 116 (1974) 307
42. KRISHNAMURTHY, G. T. u. W. H. BLAHD
Technetium- 99m polyphosphate bone image for early detection
of Skeletal metastasis
Nucl. Med. 13 (1974) 330
43. LEGGE, D. A., W. N. TAUXE et al.
Radioisotope scanning of metastatic lesions of bone
Mayo Clinic Proceedings 45 (1970) 755
44. McNBIL, B. J., J. R. CASSADY et al.
Fluorine-18 bone scintigraphy in children with osteosarcoma or
Ewing's sarcoma
Radiology 109 (1973) 627
45. MEYERS, W. G.
Radiostrontium-87m
J. Nucl. Med. 1 (1960) 125
46. MILLNER, T. H.
Evaluation of ^{85}Sr bone scans and roentgenogramms in 100 patients
Archives of Surgery 163 (1971) 371
47. MURRAY, I. P. C., W. J. MCKAY, J. ROBINSON, P. J. SORKY u. R.E. BOYD
Skeletal scintigraphy with Skeltec, a technetium polyphosphate
complex
J. Nucl. Med. 13 (1972) 755

48. PENDERGRASS, H. P., M. S. POTSAID u. F. P. CASTRONOVO jr.
The clinical use of ^{99m}Tc -diphosphonate (HEDSPA)
Radiology 107 (1973) 557
49. PEREZ, R., Y. COHEN, R. HENRY u. C. PANNECIERE
A new radiopharmaceutical for ^{99m}Tc bone scanning
J. Nucl. Med. 13 (1972) 480
50. PFANNENSTIEL, P., H. U. PIXBERG u. E. HECKING
 ^{99m}Tc -Verbindungen zur Szintigraphie von Gelenken, Knochen
u. Knochenmark
Nuc-compact 1 (1972) 84
51. ROSENTHALL, L.
The role of strontium 85 in the detection of bone disease
Radiology 81 (1965) 75
52. RUSSELL, R. G. G., R. C. MÜHLBAUER, S. BISAZ et al.
The influence of pyrophosphate, condensed phosphate, phosphonates,
and other phosphate compounds on the dissolution of hydroxy-
apatite in vitro and on bone resorption induced by parathyroid
hormone in tissue culture and in thyroparathyroidectomized rats
Calc. Tissue Res. 6 (1970) 183
53. SHIRAZI, P. H., G. V. S. RAYUDU, u. E. W. FORDHAM
 ^{18}F bone scanning. Review of indications and results in 1500
cases
Radiology 112 (1974a) 361
54. SILBERSTEIN, E. B., M. D. FRANCIS, A. TOFE u. E. L. SAENGER
Studies on the distribution of a Technetium- ^{99m}Tc -diphosphonate
in cartilagenous and osseous tissues and the effect of age on
this process
J. Nucl. Med. 14 (1973) 637
55. SKARLOFF, D. M. u. N. D. CHARLES
Bone metastases from breast cancer at the time of radical
mastectomy
Surgery, Gynaecology and Obstetrics 127 (1968) 763

56. SUBRAMANIAN, G., J. G. McAFEE
A new complex of ^{99m}Tc for skeletal imaging
Radiology 99 (1971) 192
57. SUBRAMANIAN, G., J. G. McAFEE, E. G. BELL et al.
 $^{99}\text{Tc}^m$ labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent
Radiology 102 (1972a) 701
58. SUBRAMANIAN, G., J.G. McAFEE, R.J. BLAIR, A. MEHTER u. T. CONNOR
 ^{99m}Tc -EHDP: a potential radiopharmaceutical for skeletal imaging
J. Nucl. Med. 13 (1972b) 947
59. SUBRAMANIAN, G., R.J. BLAIR, F.A. KALLFELZ, F.D. THOMAS u. J.G. McAFEE
 ^{99m}Tc -MDP (Methylene Diphosphonate): a superior agent for skeletal imaging
J. Nucl. Med. 14 (1973) 640
60. TOFE, A. J., u. M.D. FRANCIS
In vitro optimization and organ distribution studies in animals with the bone scanning agent ^{99m}Tc -Sn-EHDP
J. Nucl. Med. 13 (1972) 472
61. TREADWELL, A. G., B. V. A. LOW-BEER et al.
Metabolic studies on neoplasm of bone with the aid of radioactive strontium
American Journal of Medical Sciences 204 (1942) 521
62. WANKEN, E. J., E. J. EYRING, L. D. SAMUELS
Diagnosis of pediatric bone lesions: correlation of clinical, roentgenographic, Sr scan, and pathologic diagnosis
J. Nucl. Med. 14 (1973) 803
63. WELLMAN, H. N., R. T. ANGER et al.
Evaluation of bone malignancy with ^{99m}Tc -Sn-EHDP compared with Na 18F
J. Nucl. Med. 14 (1973) 465

64. WILLIAMS, D. F., W. H. BLAND u. L. J. WETTERAM
Radioactive fluorine-18 bone scanning. A diagnostic evaluation
in carcinoma of the prostate
Journal of Urology 100 (1968) 675
65. YANO, Y., J. McRAE et al.
^{99m}Tc labeld Sn(II)-diphosphonate: a bone scanning agent
J. Nucl. Med. 13 (1972) 480
66. YANO, Y., J. McRAE et al.
Technetium-99m-labeld stannuos ethane-1-hydroxy-1, 1-diphospho-
nate: a new bone scanning agent
J. Nucl. Med. 14 (1973) 73

Herrn Professor Dr. med. Hahn
danke ich herzlich für die
Überlassung des Themas und für
die freundliche Förderung und
Unterstützung bei der Durch-
führung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 10.12.1952 wurde ich, Hans-Josef Sehn, als Sohn des Arztes Dr. med. Josef Sehn und seiner Ehefrau Käthe geb. Lehn in Simmern geboren.

Von 1958-1962 besuchte ich die katholische Volksschule zu Simmern. Nach neunjährigem Besuch des neu-sprachlichen Herzog-Johann Gymnasiums in Simmern bestand ich dort im Mai 1971 mein Abitur.

Nach einem zweimonatigen Krankenpflagedienst im St.-Josefs Hospital in Simmern erhielt ich im Oktober 1971 von der Johannes Gutenberg Universität Mainz meine Zulassung zum Studium der Humanmedizin. Nach dem Vorphysikum im Oktober 1972 bestand ich im März 1974 mein Physikum.

Mein klinisches Studium an der Universitätsklinik Mainz gliederte sich nach der neuen Approbationsordnung. Im März 1975 bestand ich den ersten Abschnitt, im August 1977 den zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung. Mein 'Praktisches Jahr' im Hildegardis Krankenhaus Mainz beendete ich erfolgreich mit der schriftlichen Prüfung am 10.10.1978 und der mündlichen Prüfung am 23.10.1978. Meine Approbationsurkunde erhielt ich am 30.10.1978. Seit Januar 1979 bin ich als Assistent im radiologischen Institut des 'Stadt-Krankenhauses' Worms tätig.

